

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROGÉRIO BOBROWSKI

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE CURITIBA,
PARANÁ, NO PERÍODO 1984-2010**

CURITIBA

2011

Ficha catalográfica elaborada por Deize C. Kryczyk Gonçalves – CRB 1269/PR

Bobrowski, Rogério

Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010 / Rogério Bobrowski - 2011.

144 f. : il.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Daniela Biondi

Co-orientadora: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

Defesa: Curitiba, 06/06/2011

Inclui bibliografia

Área de concentração: Conservação da natureza

1. Arborização das cidades – Curitiba (PR). 2. Paisagem urbana – Curitiba (PR). 3. Teses. I. Biondi, Daniela. II. Figueiredo Filho, Afonso. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

CDD –715.2

CDU – 634.0.273(816.21)

ROGÉRIO BOBROWSKI

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE CURITIBA,
PARANÁ, NO PERÍODO 1984-2010**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, Área de Concentração: Conservação da Natureza.

Orientadora: Dra. Daniela Biondi

Co-orientador: Dr. Afonso Figueiredo Filho

CURITIBA

2011

À G.:D.:G.:A.:D.:U.:

A Zambi, Tupã, Olorum – O Supremo Espírito

Aos meu pais (*in memorian*), José e Jorgina

À Vivian, meu amor, minha mulher, meu porto

Ao Arthur, minha luz, meu filho, meu conforto

Ao João, meu irmão, meu filho, meu sobrinho

AGRADECIMENTOS

Ainda bem, são tantos agradecimentos que se estes não fossem motivados eu me sentiria sem norte, pois significaria que pouco cativei como ser social.

Primeiramente, e acima de tudo, agradeço à professora Dra. Daniela Biondi pela confiança depositada em mim, pela oportunidade concedida, por permitir usufruir de sua colaboração e talento e por permitir tornar idéias em realidade ordenada. O trabalho foi árduo, as pedras sempre incomodaram, mas os frutos serão colhidos a seu tempo e serão muitos.

Ao professor Dr. Afonso Figueiredo Filho pela compreensão e colaboração neste trabalho, mas também por sua dedicação ainda à época da graduação, pois foi um dos meus primeiros referenciais profissionais.

Aos colegas da Pós-Graduação que mediante boa vontade contribuíram com as coletas de dados, dia de sol, dia de frio: Everaldo Marques, Ariadina Reis e Angelini Martini.

Um especial “Muito Obrigado, que sempre recebas em triplo” para Cristina Sulevis, a única sobrevivente a todas as parcelas amostradas. Obrigado por sua dedicação, presteza, prontidão e agilidade.

A todos os outros colegas que contribuíram, em muitas ou poucas coletas: Elaine, Amanda, Felipe, Lucas, e outros...

Aos funcionários da pós-graduação, Reinaldo e David, pela prontidão, presteza e colaboração.

À Erica Costa Mielke e Marcus Vinicius Loureiro Pius por compreenderem a minha necessidade e vontade de buscar esta qualificação técnica.

À Natalie Henke Gruber Marochi, da Gerência de Geoprocessamento da SMMA, pela colaboração e presteza.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR pela oportunidade concedida.

Ao Dr. Miguel Serediuk Milano por ceder os dados originais de suas coletas de 1984 ao Laboratório de Paisagismo.

À banca examinadora por colaborar com a melhoria deste trabalho.

Èshù Ionan, Èshù Ionan

Mo dirê lode elegbara,

Bara sirê

Èshù Ionan èshù ao

Estrela guia clareou

Estrela guia iluminou

Ele vem lá do Oriente

Com as ordens de Oshalá

RESUMO

A constante preocupação com a arborização de ruas tem levado a crescentes avaliações da mesma em diversas cidades brasileiras, visando principalmente a caracterização da composição de espécies e dos problemas decorrentes das opções de plantio feitas. Por outro lado, em cidades com arborização de ruas planejada e implantada a longo tempo a preocupação pode ir além disso. Neste sentido o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar e analisar as características da estrutura e a dinâmica da arborização de ruas da cidade de Curitiba-PR no período 1984-2010. O trabalho consistiu em remedir e comparar os dados obtidos em quinze unidades amostrais do inventário efetivado por Milano (1984) utilizando os mesmos procedimentos de coleta de dados e os croquis de localização das parcelas. As características estruturais analisadas foram: quantitativo de árvores, composição de espécies e proporção de táxons, índices de diversidade, padrão de plantio, cobertura por copas e condição das árvores. A dinâmica da arborização de ruas foi analisada em quatro tópicos: dinâmica da quantidade de árvores, distribuição e incremento do DAP, distribuição e incremento da altura e distribuição e incremento da área de copa. Os resultados obtidos demonstraram que para a quantidade total de árvores entre 1984 e 2010 a diferença positiva encontrada não foi significativa ($p > 0,05$). Houve redução do número de árvores para a maioria das parcelas, com aumento de 235,45% para a parcela Bacacheri 03 e 821,43% para a parcela Boqueirão, porém com sinais de melhor distribuição do quantitativo entre as parcelas. A análise da composição de espécies revelou aumento de 29,79% no número de espécies observadas, com redução de 90,98% para 80,87% do total de árvores concentradas entre as quinze espécies mais freqüentes. A proporção dos táxons foi adequada, com exceção da elevada freqüência de *Lagerstroemia indica* (extremosa) e *Ligustrum lucidum* (alfeneiro). Os índices de diversidade de Shannon-Weaver, de riqueza de Odum, de equitabilidade de Pielou tiveram valores maiores em 2010 e foram estatisticamente diferentes ($p < 0,01$) daqueles de 1984 para mais de 80% das parcelas. Os padrões de plantio foram mantidos para 13 parcelas, fato este associado com o índice de similaridade de espécies que foi significativo ($p < 0,01$) para as mesmas 13 parcelas. A cobertura por copas teve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,01$) para 14 parcelas, com incrementos variando entre 0,89m²/árvore.ano a 3,28m²/árvore.ano. A condição das árvores se manteve próxima à condição satisfatória, porém foi estatisticamente diferente ($p < 0,01$) para 11 parcelas. As distribuições dos dados em classes de DAP, de altura e de área de copa demonstraram que para o total há tendência da curva apresentar forma em “J invertido”, típico de povoamentos multiâneos, porém quando analisados os dados por parcelas e por espécie há tendência para uma curva de distribuição unimodal, com exceção da área de copas que manteve a forma decrescente. A dinâmica das distribuições demonstrou haver remoção dos dados das classes inferiores com recrutamento nas classes superiores, havendo maior simetria na distribuição. Em função das características da estrutura e da dinâmica analisada conclui-se que a arborização de ruas de Curitiba apresenta sinais de sustentabilidade e de amadurecimento, porém com algumas ressalvas que depreciam esta qualidade.

Palavras-chave: Arborização urbana. Inventário da arborização de ruas. Diversidade de espécies. Padrão de plantio. Cobertura arbórea. Incremento. Sustentabilidade

ABSTRACT

The constant concern about urban street trees has led to growing assessments of that in several Brazilian cities, targeting mainly the characterisation of species composition and problems of planting choices made. On the other hand, in towns with planned urban street trees, established a long time ago, concerns can go beyond that. In this sense, the general objective of this research was to evaluate and analyze characteristics of the structure and dynamics of street trees of Curitiba-PR in the period 1984-2010. The work consisted of remeasuring and comparing data obtained in fifteen plot units of the inventory effected by Milano (1984) using the same data collection procedures and sketch maps of samples location. The structural characteristics examined were: quantity of trees, species composition and proportion of taxa, diversity indices, planting pattern, canopy cover and trees condition. The dynamic of urban street trees was examined into four topics: quantity of trees dynamic, DBH distribution and increment, height distribution and increment and canopy area distribution and increment. The results showed that for the total quantity of trees between 1984 and 2010 the positive difference found was not significant ($p > 0.05$). There was reduction in the number of trees for most of the plots, with increase of 235.45% for the Bacacheri 03 plot and 821.43% for Boqueirão plot, but with signs of better quantitative distribution between plots. The analysis of species composition revealed an increase of 29.79% in the number of species observed, with reduction from 90.98% to 80.87% of the total trees concentrated among the fifteen most frequent species. The proportion of taxa was suitable, with the exception of high frequency of *Lagerstroemia indica* (crape myrtle) and *Ligustrum lucidum* (glossy privet). The indices of diversity of Shannon-Weaver, richness of Odum, evenness of Pielou had larger values in 2010 and were statistically different ($p < 0.01$) from 1984 to over 80% of the plots. Planting patterns were kept for 13 plots, and this is associated with the index of similarity of species which was significant ($p < 0.01$) for the same 13 plots. Canopy cover had statistically significant increases ($p < 0.01$) to 14 plots, with increments ranging from 0.89 m²/tree.year up to 3.28m²/tree.year. The condition of trees remained close to satisfactory condition, but was statistically different ($p < 0.01$) for 11 plots. Distributions of data into classes of DBH, height and canopy area showed that for the overall the curve tends to display a "J inverted" form, typical of uneven-aged forests, but when data are analyzed for plots and species there is a tendency for a unimodal distribution curve, with the exception of canopy area that kept the descending form. The dynamic of distributions showed no removal of data from the lower classes with recruitment in the upper classes, there being greater symmetry in the distribution. Depending on the characteristics of the structure and dynamics assessed it was concluded that Curitiba street trees show signs of sustainability and maturation, but with some caveats that detract this quality.

Key-words: Urban forestry. Street tree inventory. Species diversity. Planting pattern. Canopy cover. Increment. Sustainability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA CIDADE DE CURITIBA	36
FIGURA 02 – DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS AMOSTRADAS	39
FIGURA 03 – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA PARCELA MERCÊS, COM PONTOS DE AMARRAÇÃO EM DESTAQUE	40
FIGURA 04 – PLANILHA ELABORADA PARA COLETA DE DADOS	41
FIGURA 05 – OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS DO INVENTÁRIO	43
FIGURA 06 – ALTERAÇÃO DA ÁREA TOTAL DE COPA ENTRE OS ANOS DE AVALIAÇÃO	81
FIGURA 07 – COMPARAÇÃO PARA O TOTAL DE ÁRVORES EM CADA CLASSE DE CONDIÇÃO	86
FIGURA 08 – RELAÇÃO ENTRE ÁRVORES REMANESCENTES E REMOVIDAS	90
FIGURA 09 – EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA O TOTAL AMOSTRADO	93
FIGURA 10 – EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS PARCELAS AMOSTRADAS	96
FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES REMANESCENTES ENTRE 1984 E 2010	100
FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS ÁRVORES REMANESCENTES, DE INCREMENTO PERIÓDICO E INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DAP (CM)	102
FIGURA 13 - EVOLUÇÃO DA FREQUÊNCIA DE ÁRVORES POR CLASSE DE ALTURA, PARA O TOTAL AMOSTRADO	104
FIGURA 14 - EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO EM ALTURA DAS PARCELAS AMOSTRADAS.....	107
FIGURA 15 – DISTRIBUIÇÃO EM ALTURA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES REMANESCENTES ENTRE 1984 E 2010	110
FIGURA 16 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (1984-2010) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ALTURA (M) ...	112
FIGURA 17 - EVOLUÇÃO DA FREQUÊNCIA DE ÁRVORES POR CLASSE DE ÁREA DE COPA, PARA O TOTAL AMOSTRADO	115
FIGURA 18 - EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO EM CLASSES DE ÁREA DE COPA DAS PARCELAS AMOSTRADAS	117
FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE COPA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES REMANESCENTES ENTRE 1984 E 2010	119
FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (1984-2010) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA DE COPA (M ²) DAS ÁRVORES REMANESCENTES	121

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – QUANTIDADE DE ÁRVORES PARA OS ANOS AVALIADOS	51
TABELA 02 – TESTE ‘T’ PARA A QUANTIDADE DE ÁRVORES	52
TABELA 03 – CARACTERIZAÇÃO DOS PLANTIOS IRREGULARES EM 1984 E 2010	53
TABELA 04 – TESTE ‘T’ PARA A QUANTIDADE DE PLANTIOS IRREGULARES	54
TABELA 05 – QUINZE ESPÉCIES MAIS FREQUENTES PARA O ANO DE 1984	58
TABELA 06 – QUINZE ESPÉCIES MAIS FREQUENTES PARA O ANO DE 2010	58
TABELA 07 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ENTRE AS PARCELAS ANALISADAS	60
TABELA 08 – PROPORÇÃO DE TÁXONS PARA O ANO DE 1984	60
TABELA 09 – PROPORÇÃO DE TÁXONS PARA O ANO DE 2010	61
TABELA 10 – ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WEAVER PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010	64
TABELA 11 – COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE SHANNON-WEAVER ENTRE CADA PARCELA E ENTRE OS TOTAIS DE 1984 E 2010	65
TABELA 12 – ÍNDICE DE RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ODUM PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010	66
TABELA 13 – ESPÉCIES COM MENOS DE 10 INDIVÍDUOS ARBÓREOS PLANTADOS NA ARBORIZAÇÃO DAS RUAS AVALIADAS EM 1984 E 2010	67
TABELA 14 – ÍNDICE DE EQUITABILIDADE DE PIELOU PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010	67
TABELA 15 – CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE DIVERSIDADE, RIQUEZA E EQUITABILIDADE	68
TABELA 16 – ÍNDICE DE JACCARD PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010	69
TABELA 17 – ORIGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 1984 E 2010	72
TABELA 18 - QUANTIDADE E PROPORÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, PARA O ANO DE 1984	74
TABELA 19 – QUANTIDADE E PROPORÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, PARA O ANO DE 2010.....	75
TABELA 20 – CARACTERÍSTICAS DOS PADRÕES DE PLANTIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS	76
TABELA 21 – ESPÉCIES INTRODUZIDAS NAS PARCELAS, EM RELAÇÃO A 1984	78
TABELA 22 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE COPA DAS ÁRVORES AMOSTRADAS EM 1984	79
TABELA 23 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE COPA DAS ÁRVORES AMOSTRADAS EM 2010	80
TABELA 24 – MUDANÇAS NAS CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE COPA ENTRE 1984 E 2010	82
TABELA 25 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ÁREA TOTAL DE COPA PARA AS PARCELAS DE 1984 E 2010 E PARA O TOTAL DE CADA ANO ..	83
TABELA 26 – CONDIÇÃO MÉDIA DAS ÁRVORES DAS PARCELAS AMOSTRADAS E DO TOTAL DE ÁRVORES	84
TABELA 27 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DA CONDIÇÃO MÉDIA DAS ÁRVORES DAS PARCELAS DE 1984 E 2010 E DO TOTAL DE CADA ANO ..	85
TABELA 28 – DINÂMICA PARA O TOTAL DE ÁRVORES DE RUAS E PARA CADA PARCELA AMOSTRADA	88

TABELA 29 – DINÂMICA PARA O TOTAL DE CADA ESPÉCIE REMANESCENTE	91
TABELA 30 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DIÂMETROS (CM) DE AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO	93
TABELA 31 – TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS	97
TABELA 32 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM DAP (CM) ..	101
TABELA 33 – DINÂMICA DO TOTAL DE ÁRVORES REMANESCENTES, POR CLASSE DE DIAMETRO	103
TABELA 34 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA ALTURA TOTAL (M) DAS ÁRVORES DE AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO	105
TABELA 35 – TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AS CLASSES DE ALTURA (M)	108
TABELA 36 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM ALTURA (M) PARA AS ESPÉCIES REMANESCENTES COM MAIS DE 30 INDIVÍDUOS	111
TABELA 37 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM ALTURA (M)	113
TABELA 38 – DINÂMICA DO TOTAL DE ÁRVORES REMANESCENTES, POR CLASSE DE ALTURA	113
TABELA 39 – DISTRIBUIÇÃO EM CLASSES DE ÁREA DE COPA (M ²) PARA AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO	115
TABELA 40 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA ÁREA DE COPA (M) DAS ÁRVORES DE AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO	116
TABELA 41 – TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AS CLASSES DE ÁREA DE COPA (M ²)	118
TABELA 42 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) DAS ÁREAS DE COPA (M ²)	121
TABELA 43 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM ÁREA DE COPA (M ²) PARA AS ESPÉCIES REMANESCENTES COM MAIS DE 30 INDIVÍDUOS	122
TABELA 44 – DINÂMICA PARA O TOTAL DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS E PARA CADA PARCELA AMOSTRADA	124
TABELA 45 – DINÂMICA DE CADA PARCELA E DO TOTAL AMOSTRADO EM RELAÇÃO À ÁREA DE COPA (M ²)	125

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 1984	55
QUADRO 02 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 2010	57
QUADRO 03 – ORIGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 1984	71
QUADRO 04 – ORIGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 2010	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 ARBORIZAÇÃO DE RUAS	16
2.1.1 Conceitos Gerais: Floresta Urbana, Silvicultura Urbana e Arborização Urbana	16
2.1.2 Benefícios e Problemas da arborização de ruas	17
2.1.3 Planejamento da arborização de ruas	19
2.1.4 Implantação e manutenção da arborização de ruas	22
2.2 AVALIAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS	25
2.2.1 Avaliação da arborização de ruas	25
2.2.2 Monitoramento da arborização de ruas	26
2.2.3 Inventário da arborização de ruas	27
2.3 DINÂMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS	30
2.3.1 Estrutura da arborização de ruas	30
2.3.2 Diversidade de espécies na arborização de ruas	31
2.3.3 Dinâmica da arborização de ruas	32
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 ÁREA DE ESTUDO: CIDADE DE CURITIBA	36
3.1.1 Características ambientais locais	36
3.1.2 Características urbanas	37
3.1.3 Características da arborização urbana	37
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
3.2.1 Coleta de dados	38
3.2.2 Análise dos dados	44
3.2.2.1 Caracterização da arborização de ruas	44
3.2.2.2 Dinâmica da arborização de ruas	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS PARA OS ANOS DE 1984 E 2010	51
4.1.1. Análise quantitativa de árvores	51
4.1.2 Florística e proporção de táxons	54
4.1.3 Índices de Diversidade	63
4.1.4 Padrão de plantio	75
4.1.5 Área de cobertura de copas	79
4.1.6 Condição das árvores	84
4.2 DINÂMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS PARA O PERÍODO 1984 – 2010	87
4.2.1 Dinâmica da quantidade de árvores	87
4.2.2 Distribuição e incremento do DAP	93
4.2.3 Distribuição e incremento da altura	104
4.2.4 Distribuição e incremento da área de copa	114
5 CONCLUSÕES	126
REFERÊNCIAS	129

1 INTRODUÇÃO

O constante aumento e concentração da população em áreas urbanas têm ocasionado a fragmentação e a transformação contínua dos recursos naturais com conseqüentes distúrbios ambientais de maior escala (NOWAK, 2001).

De acordo com Gonçalves *et al.* (2004), esse fato é observado desde a revolução industrial devido às crescentes alterações no sistema natural promovidas pela impermeabilização do solo, pelas pavimentações e construções, pela redução drástica da cobertura vegetal e pelo aumento da poluição atmosférica, hídrica, visual e sonora, com resultados negativos sobre a qualidade de vida da população.

Para contornar os efeitos negativos advindos do processo de urbanização o poder público dispõe de diversas medidas técnicas, as quais visam proporcionar a melhoria na qualidade de vida da população e a compatibilização do desenvolvimento com a conservação ambiental. Dentre essas medidas está o planejamento e a implantação da arborização urbana, tanto relativa aos parques e áreas verdes quanto à arborização de ruas.

Neste sentido, pode-se dizer que a importância da arborização urbana como elemento natural componente do ecossistema urbano reside nas funções e benefícios que ela desempenha reduzindo o grau de artificialidade das cidades e ampliando o grau da qualidade de vida da população urbana.

No entanto, o desempenho das funções ecológicas, econômicas e sociais da arborização urbana é afetado pelo planejamento urbano total e pelo crescimento das cidades (MILANO, 1987), permitindo maior ou menor impermeabilização do solo, maior ou menor redução da cobertura arbórea, maior ou menor poluição ambiental.

Ressalta-se que a vegetação arbórea presente nas calçadas é importante para o enriquecimento da paisagem, pois funciona como eixo estruturador espacial (orientador e identificador) e como fator de homogeneização e integração da cobertura vegetal das cidades, pois forma malhas no tecido urbano, correspondente ao sistema viário (BUSARELLO, 1990; MILANO, 1991).

Para se atingir os objetivos propostos, para se manter a estrutura e para criar condições propícias à promoção dos benefícios da arborização de ruas deve-se planejar a implantação e a condução da mesma. Esse planejamento, além da adoção de critérios para seleção de espécies e para a produção de mudas de qualidade, deve estar fundamentado em coletas de dados por meio de inventários

florestais contínuos, os quais visam obter informações contínuas da estrutura e composição de espécies, dos problemas e danos, etc, atendendo a critérios estatísticos de intensidade amostral, métodos e processos de amostragem.

As informações provenientes do inventário florestal quando coletadas periodicamente, além de servirem ao planejamento da arborização urbana, servem para estudos da dinâmica deste componente arbóreo, por fornecer dados sobre as alterações observadas tanto na malha urbana quanto na estrutura da arborização, tais como: composição de espécies, diversidade, amplitude de diâmetro, área de cobertura por copas, condição das árvores, dentre outros. Por outro lado, os dados obtidos sobre plantio de novas espécies e novas mudas, incremento das espécies existentes e mortalidade ou supressão de árvores e remoção de espécies, podem auxiliar na compreensão dos fatores que afetam o dinamismo da arborização de ruas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e analisar as mudanças estruturais e a dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Estado do Paraná, para o período 1984 – 2010.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O trabalho realizado efetivou a análise da estrutura e da dinâmica da arborização de ruas através dos seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar e analisar as características da estrutura da arborização de ruas para os anos de 1984 e 2010, tanto para a área total amostrada quanto para cada unidade amostral, com relação ao quantitativo de árvores, espécies amostradas e proporção de táxons, plantio padrão de rua, índices de diversidade, área e proporção de copa e condição das árvores;
- b) Analisar a dinâmica total da arborização de ruas: árvores remanescentes, removidas e plantadas no período 1984 - 2010;

- c) Analisar a dinâmica do diâmetro, da altura e da área de copa das árvores, para o total amostrado, por parcela e para as principais espécies remanescentes;
- d) Analisar o incremento periódico e incremento periódico anual do DAP, da altura e da área de copa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ARBORIZAÇÃO DE RUAS

2.1.1 Conceitos Gerais - Floresta Urbana, Silvicultura Urbana e Arborização Urbana

Devido ao intenso e contínuo processo de utilização dos recursos naturais, nas cidades há que se considerar a existência das florestas remanescentes e da arborização implantada.

Na literatura brasileira e internacional são adotados três conceitos diferentes para descrever as particularidades e as ações efetuadas sobre a vegetação arbórea urbana: Floresta Urbana, Silvicultura Urbana e Arborização Urbana.

De acordo com Dwyer, Nowak e Watson (2002) o termo silvicultura urbana envolve o manejo de árvores e recursos associados às áreas urbanas, sem distinções ou particularidades. Porém, Couto (1994) detalhou o conceito de silvicultura urbana quando afirmou que ela tem por objetivo o cultivo e o manejo de árvores para contribuir com o bem-estar fisiológico, social e econômico da sociedade urbana, sendo, portanto, uma junção da arboricultura, da horticultura ornamental e do manejo e ordenamento florestal.

Para Magalhães (2006) o termo Floresta Urbana envolve os componentes florestais, ou seja, os grandes maciços arbóreos dos centros urbanos, e o termo Arborização Urbana trata das árvores isoladas, mais ligadas às atividades da Arboricultura.

No entanto, Randrup *et al.* (2005) afirmaram que os conceitos de Silvicultura Urbana e de Floresta Urbana são recentes e ainda sujeitos a discussões. Este fato correlaciona-se com as observações de Biondi (2000), pois segundo a autora, alguns conceitos são muito abrangentes e outros muito restritivos.

A conceituação de arborização urbana e silvicultura urbana se confundem, pois incluem dentro de seus objetivos de estudo todo tipo de vegetação arbórea existente dentro do perímetro urbano e respectiva zona de influência, em áreas públicas ou privadas, naturais ou introduzidas pelo homem, abrangendo o trato e o cultivo das árvores da arborização de ruas, praças, parques, jardins, áreas de

conservação urbanas e demais áreas livres de edificação (GREY; DENEKE, 1986; NOWAK; NOBLE; SISINNI e DWYER, 2001; ABRANTES, 2002; SILVA FILHO, 2003; KONIJNENDIJK *et al.*, 2006).

A arborização urbana, considerada como toda vegetação arbórea existente nas cidades, pode ser subdividida em duas partes de acordo com Milano (1991): áreas verdes e arborização de ruas, tanto de áreas públicas quanto particulares. Porém, para Pivetta e Silva Filho (2002) a arborização urbana pode ser classificada em: arborização de parques e jardins (praças), arborização de áreas privadas, arborização nativa residual e arborização de ruas e avenidas.

Percebe-se que estas particularizações minuciosas se tornam desnecessárias, pois continuam ligadas a apenas duas grandes partes: áreas verdes e arborização de ruas, tanto de áreas públicas quanto particulares.

2.1.2 Benefícios e Problemas da arborização de ruas

As árvores ao longo das ruas, próximas às casas e em parques apresentam uma significância particular devido à interação mais intensa com as pessoas, pois influenciam positivamente o sentimento, as atitudes, o humor e o comportamento delas; também podem apresentar valores diferenciados conforme seu tamanho e sua localização (DWYER, 1995).

Para Milano *et al.* (1992) os benefícios proporcionados pela arborização urbana devido ao tipo de influência que exercem poderiam ser enquadrados em apenas dois grandes grupos: os ambientais e os de bem-estar social.

Para melhor compreensão dos possíveis benefícios proporcionados pela arborização urbana faz-se necessário minudenciá-los: redução da poluição atmosférica e sonora, melhoria da qualidade da água e do ar, redução da radiação ultravioleta incidente sobre o nível do solo, redução da amplitude térmica, diminuição do aquecimento local e dos custos de refrigeração, redução do escoamento superficial do solo e da erosão, diminuição do efeito de ilhas de calor, aumento do valor de propriedades, controle da claridade e reflexão da luz solar, controle do tráfego de pedestres e contribuição à saúde psicológica e social dos habitantes (GREY; DENEKE, 1986; SILVA FILHO *et al.*, 2002; ESCOBEDO; ANDREU, 2008; WALTON; NOWAK e GREENFIELD, 2008; NOWAK *et al.*, 2008).

Entretanto, além dos benefícios de ordem ambiental, social e econômico, Grey e Deneke (1986) afirmaram que a arborização urbana pode proporcionar outros benefícios com usos na arquitetura (criação de barreiras, isolamento, ampliação ou redução de escala, criação de caminhos, unificação de elementos, etc) e na estética paisagística (adição de linhas, formas, cores, texturas, movimento).

No caso da arborização de ruas, os benefícios descritos são mais prováveis quando a mesma é devidamente planejada considerando-se as características locais, as características das espécies, o planejamento do plantio e a manutenção e monitoramento das árvores, além da execução de programas de conscientização ambiental antes da realização dos plantios (MILANO, 1987; NUNES; AUER, 1990; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Os problemas, os danos e os prejuízos também podem surgir como conseqüências da implantação da arborização, principalmente devido a fatores como falhas ou falta de planejamento prévio, circunstâncias relativas às espécies (características ecológicas e morfológicas desconhecidas ou que mudam diante das condições ambientais das ruas) e a outras de ordem estrutural, fitossanitária, estética, além das condições ambientais locais e da aceitação da população.

Para Milano (1987), os problemas mais comuns são: mutilação de árvores pelo contato com a fiação aérea, danos às tubulações subterrâneas, predominância de poucas espécies e a incompatibilidade de espécies com o espaço disponível. No entanto, observam-se outros como a diluição do efeito estético e a disseminação de doenças ou pragas de origem vegetal. Dentro desse contexto, Dixon (2007) cita ainda a importância da atenção para com a segurança do tráfego nas vias arborizadas a fim de se evitar acidentes, danos e prejuízos.

De acordo com Biondi e Leal (2009), os problemas mais comuns após o plantio das mudas destinadas à arborização de ruas são a baixa porcentagem de sobrevivência (devido ao tamanho pequeno e às ações de vandalismo) e a má formação da muda plantada (devido aos tratamentos culturais inadequados em viveiro).

Para Beatty e Heckman (1981), os cinco maiores problemas associados ao crescimento das árvores da arborização de ruas são: insuficiência de água, insuficiência de nutrientes, vandalismo, compactação do solo e injúrias mecânicas. No entanto, Nowak, Kuroda e Crane (2004), em estudo realizado na cidade de Baltimore (USA), concluíram que os fatores que estão mais relacionados à morte de árvores na arborização de ruas são: o tamanho da árvore, a condição fitossanitária, a espécie e o uso do solo adjacente.

2.1.3 Planejamento da arborização de ruas

O sucesso da arborização urbana depende de um correto e criterioso planejamento o qual deve levar em consideração os fatores que influem na seleção de espécies, na produção de mudas e na implantação da mesma, como forma de intensificar os benefícios advindos da prática adotada.

Neste sentido, Milano *et al.* (1992) afirmaram que o planejamento da arborização deve levar em conta quatro aspectos: características do local, características das mudas, características do plantio e aspectos paisagísticos, além da necessidade de planejamento das práticas de manutenção (monitoramento, irrigação, adubação, poda e controle fitossanitário).

Segundo Milano (1991), existem cidades com arborização não planejada, que apresentam problemas de manejo, e cidades com arborização planejada apresentando os mesmos tipos de problemas devido à falta de pesquisas e de planejamento que visem atender e entender o processo dinâmico que envolve o crescimento das árvores. Este fato também foi destacado por Silva Filho e Bortoleto (2005) quando afirmaram que poucas cidades brasileiras fazem um planejamento efetivo para a arborização de ruas com metas qualitativas e quantitativas. Para estes mesmos autores, a falta de inclusão da arborização urbana no planejamento da cidade permite que iniciativas particulares, desprovidas de conhecimento técnico, realizem plantios irregulares de espécies incompatíveis com a estrutura urbana.

A falta de planejamento da arborização urbana tende a não propiciar o conforto físico e psíquico almejado trazendo, desta forma, infortúnios e transtornos à população (SILVA FILHO *et al.*, 2002). Corroborando com isso, Dwyer, Nowak e Watson (2002) afirmaram que o gerenciamento desse recurso deve ser planejado em diversas escalas variando desde árvores individuais a paisagens metropolitanas.

Para se realizar o melhor planejamento e gerenciamento urbano é necessário conhecer e analisar as estruturas desse meio sob a ótica econômica, social e ambiental (MILANO; DALCIN, 2000), pois componentes estruturais como o sistema viário e acessos afetam as condições qualitativas e quantitativas da arborização urbana (MILANO, 1991), além de outros componentes como infraestrutura subterrânea, fiação aérea e o zoneamento de uso e ocupação do solo (BIONDI; ALTHAUS, 2005), a alteração da drenagem, o rearranjo e a compactação do solo, a criação de superfícies de absorção e reflexão e as mudanças nos padrões de circulação do ar (GREY; DENEKE, 1986).

Portanto, dados de microclima, regime hídrico, poluição atmosférica, poluição hídrica e sonora, situação local do solo, competição por espaço, incidência de vandalismo, fluxo de pedestres e de veículos, iluminação artificial e tempo de exposição à luz são fatores importantes, pois além de determinarem as diferenças entre os ambientes rurais e urbanos são necessários para que se possa analisar e planejar corretamente a arborização urbana (MILANO, 1991; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

De acordo com essas descrições, o planejamento da arborização urbana deve ser fundamentado em informações sobre as características das condições ambientais da cidade, porém segundo Biondi e Althaus (2005) outras considerações são igualmente necessárias, tais como: análise das funções da arborização de ruas, seleção das espécies arbóreas e orientação para o estabelecimento da arborização (composição de espécies, distância entre árvores ou estruturas urbanas e área de canteiro).

Para Grey e Deneke (1986) a composição da arborização é influenciada por quatro fatores distintos, mas correlacionados: o físico (meio ambiente), o pessoal (psicológico), o social e o econômico. Também, é influenciada pelos propósitos a que servirá: formar sombra, quebra-vento, melhorar a estética local, servir como barreira visual, etc.

Ressalta-se que além das espécies arbóreas dever-se-ia considerar também aquelas de porte arbustivo, as herbáceas e aquelas de forração que possam compor os canteiros das calçadas, pois conforme observações de Bobrowski, Biondi e Baggenstoss (2009) para calçadas da cidade de Curitiba, algumas espécies como aquelas de porte arbóreo fora do padrão de plantio na arborização da rua, algumas de porte arbustivo e aquelas com denso crescimento na camada superficial do solo, podem não ser adequadas para integrar a composição dos canteiros em determinados locais, por motivos como: baixa disponibilidade de solo permeável, maior competição radicial por água e nutrientes e diluição do efeito estético.

Para se alcançar o melhor desenvolvimento das árvores nas calçadas deve-se observar algumas características ecológicas e silviculturais das espécies durante a fase de planejamento, tais como: a velocidade de desenvolvimento (se são espécies de rápido ou lento crescimento), a altura de bifurcação da muda, o porte adulto das árvores, o tipo de sistema radicular, a forma, densidade, dimensões e hábito da copa (a qual irá variar conforme condições de clima, prática de manejo e estrutura urbana), aspectos fenológicos (cor das flores, época e tipo de frutos e

queda de folhas), aparência da casca externa, tipo de folhas, hábito de crescimento das raízes, ausência de princípios tóxicos e/ou alergênicos, adaptabilidade e resistência a pragas e doenças, procedência do material genético e exigências ecológicas quanto às condições edafo-climáticas e de espaço físico (NUNES; AUER, 1990; MILANO, 1991; BIONDI; ALTHAUS, 2005). Ainda, de acordo com as constatações de Biondi e Leal (2009) qualquer pré-disposição da espécie em desenvolver brotações no tronco ou nas raízes deve ser fator limitante à sua utilização na arborização de ruas, pois maiores serão os conflitos com pedestres e os custos de manutenção.

Em áreas urbanas, a altura das árvores é um fator importante para se decidir quais espécies plantar e/ou onde plantá-las, pois ela pode influenciar a paisagem local, os custos de manutenção, a eficácia dos quebra-ventos, o acesso à luz do sol e a conservação de energia. No entanto, as práticas de manejo adotadas, especialmente a poda, as diferenças climáticas, edáficas e os fatores bióticos (genética, idade e competição) influenciam em muito a altura das árvores em áreas urbanas (NOWAK, 1990a).

Dentro das funções do planejamento há que se considerar ainda a área permeável disponível ao crescimento das mudas e árvores, pois a proporção dessa área afeta a relação entre a qualidade e segurança dos passeios e o crescimento das árvores, conforme observaram Milano (1996) e Volpe-Filik (2009). Wyman (1972) sugere o espaço mínimo de solo permeável de 6,0 m² por árvore, para permitir melhor aeração e irrigação do sistema radicular, visto que as árvores ficam sob condições de stress em áreas de pequeno volume de solo, intensificado pela deposição de poluentes. Porém, para esse autor a área mais adequada deveria ser igual a 13,0 m². Entretanto, outras proposições subjetivas foram elaboradas de forma mais restritiva: Nunes (1985) - ampla (> 1,0 m²), regular (≈ 0,5 m²), restrita (<0,5 m²) e inexistente; Andrade (2002) - boa área (> 1,0 m²), área pequena (<1,0 m²) e sem solo exposto; São Paulo (2005) - 2,0 m² para árvores de copa pequena (diâmetro em torno de 4,0 m) e 3,0 m² para árvores de copa grande (diâmetro em torno de 8,0 m); Gonçalves e Paiva (2006) - área ideal igual a 1,0 m².

2.1.4 Implantação e manutenção da arborização de ruas

Em Curitiba, a arborização de ruas está fortemente relacionada à existência de pavimentação e meio-fio (MILANO, 1991), sendo, por isso, o sistema viário o estruturador maior do espaço urbano (MILANO, 1996), com influência decisiva sobre a implantação e a manutenção da arborização de ruas. Portanto, considera-se rua arborizada aquela que possui, além das árvores plantadas, uma estrutura urbana mínima: pavimentação e meio-fio (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

A implantação da arborização de ruas envolve três etapas com cuidados que visam melhorar seu estabelecimento: a produção de mudas, o plantio e os cuidados pós-plantio (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Dependente das diretrizes da fase de planejamento, mas como fator preliminar da implantação, a produção de mudas deve atender padrões pré-estabelecidos visando a qualidade do plantio e os benefícios propostos.

Para Biondi e Leal (2008) a maioria das mudas plantadas para fins de constituição e manutenção da arborização de ruas provém de viveiros municipais.

Para a produção de mudas destinadas à arborização de ruas deve-se observar algumas características inerentes a cada espécie: procedência e variabilidade genética das sementes, características ecológicas (espécie ombrófila ou heliófila; pioneira, secundária inicial ou tardia), susceptibilidade a pragas e doenças em viveiro, etc, pois conforme Biondi e Althaus (2005) a produção de mudas engloba desde a escolha das árvores matrizes (porta sementes) até a escolha da melhor forma de produção, conforme a espécie, e o tratamento das mudas no viveiro para desenvolvimento e rustificação.

Gonçalves *et al.* (2004) em seu trabalho concluíram que não há preocupação com a qualidade das mudas destinadas à arborização, por parte dos produtores das mesmas. Esse fato inadequado também foi apontado por Biondi e Leal (2009) quando argumentaram que há necessidade de maiores esforços municipais na produção de mudas de qualidade para que haja maximização dos benefícios estéticos e funcionais. Como forma de estudar esse problema as autoras realizaram experimento com a produção de mudas de três espécies florestais nativas da Floresta Ombrófila Mista para utilização na arborização de ruas em Curitiba. Elas avaliaram trimestralmente as gemas caulinares que surgiam abaixo da altura de bifurcação, após realização de poda de condução (retirada de gemas, ramos e/ou galhos) e concluíram que apenas uma das espécies (*Maytenus*

evonymoides) possui potencial para formação de mudas com padrão de qualidade para arborização de ruas. Desse fato depreende-se a dificuldade em se obter resultados satisfatórios para espécies florestais nativas.

As características das mudas produzidas para serem destinadas ao plantio devem atender a padrões mínimos de qualidade e de porte ideal (GONÇALVES *et al.*, 2004; BIONDI; ALTHAUS, 2005; SÃO PAULO, 2005): tamanho mínimo de 2,00m de altura, altura de bifurcação acima de 1,8 m, tronco retilíneo e perpendicular ao nível do solo, DAP mínimo maior que 3,0 cm, copa formada por no mínimo três ramos alternados, ramificação e folhagem reduzidas na época de plantio, sistema radicular bem desenvolvido, desenvolvimento da rusticidade das mudas, bom estado nutricional e fitossanitário, volume de torrão adequado e isento de plantas daninhas.

Fatores inibidores da implantação e da conservação da arborização, tais como a verticalização das construções, a modificação da estrutura urbana, a alta densificação domiciliar, as técnicas construtivas e a implantação dos serviços urbanos, devem ser sempre considerados (NUNES, 1985), além da condição do solo nos canteiros, pois afetam a implantação e o desenvolvimento das mudas .

As condições do solo nos canteiros, principalmente quanto à compactação, disponibilidade de nutrientes, acidez e aporte de poluentes na região, afetam o desenvolvimento das mudas, pois segundo Milano (1984) os solos urbanos apresentam grandes alterações em suas características físicas, químicas e biológicas naturais, por motivos como: excessiva compactação, deposição de restos da construção civil, deposição de lixos, vazamentos de esgoto domésticos e industriais, etc.

Essas alterações nas características dos solos urbanos podem afetar negativamente as funções fisiológicas básicas das plantas, pela indisponibilidade de nutrientes, de água e oxigenação (MILANO; DALCIN, 2000). Além disso, a alta densidade do solo afeta a dispersão lateral e a penetração das raízes das árvores (KOPINGA, 1991). Percebe-se então a necessidade do preparo prévio do solo nos canteiros (descompactação, calagem, adubação, etc), previamente à implantação das mudas, como forma de potencializar o desenvolvimento destas e de minimizar os problemas e prejuízos advindos com as alterações na estrutura urbana e crescimento das árvores.

Para a implantação das mudas é necessário ainda observar outros itens como: o coveamento de dimensões adequadas, o tutoramento das mudas e a distância de plantio.

CPFL (2008) recomendou o uso de covas cúbicas de 0,60m, preenchidas com terra de boa qualidade adicionada a 500 g de calcário calcítico ou dolomítico, 20 litros de esterco de curral curtido e 200g de fertilizante NPK na fórmula 4-14-8 ou 10-10-10, além do uso de estacas de bambu ou madeira de 1,5 m – 2,0 m como tutor para as mudas plantadas. Goiania (s/d) também recomendou o uso de covas cúbicas de 0,6 m, porém preenchidas com terra remanescente da abertura adicionada a 300g de calcário dolomítico, 10 litros de esterco curtido e 200 g de fertilizante NPK na formulação 6-30-6 ou 4-14-8, além do tutoramento das mudas e uso de grades de proteção.

O distanciamento entre mudas é dependente das características da estrutura urbana local (acesso aos terrenos, guias rebaixadas, largura do passeio, postes, luminárias, semáforos, etc) e influencia a densidade de árvores por quilômetro de rua e o porte das espécies a utilizar. CPFL (2008) recomenda os seguintes afastamentos mínimos: 2,0 m dos acessos de veículos, bocas-de-lobo e caixas de inspeção; 5,0 m dos postes de iluminação pública e das esquinas e 10,0m dos cruzamentos nas ruas onde existam semáforos. São Paulo (2005) recomendou os seguintes afastamentos mínimos: 5,0 m das esquinas, para qualquer porte das espécies em uso; de 3,0 m a 5,0 m dos postes, conforme o porte da espécie; de 1,0m a 3,0 m das guias rebaixadas ou faixas de travessia de pedestres; de 2,4 m a 3,0m da fachada das construções; 2,0 m a 3,0 m das caixas de inspeção; de 5,0 m a 12,0 m dos transformadores, etc. Copel (s/d) adota os mesmos parâmetros descritos por São Paulo (2005).

Outro fator importante é a compatibilização das características do canteiro e da calçada com o porte da espécie florestal a plantar. São Paulo (2005) recomendou o plantio diferenciado de espécies com portes distintos (pequeno, médio ou grande) conforme as características do passeio, largura da calçada e passagem de fiação de transmissão de energia elétrica.

Para o bom manejo da arborização visando sua manutenção deve-se implementar ações e práticas para manter a saúde, o vigor e a compatibilidade das árvores com o ambiente urbano (GREY, DENEKE, 1986). Neste sentido, Dwyer, Nowak e Watson (2002) afirmaram que manter a vitalidade das árvores é mais importante que tentar remediar os sintomas das árvores ruins; porém há diversos fatores que interferem na manutenção da vitalidade, tais como: espaço limitado para crescimento das raízes, compactação do solo, danos às árvores, poluição do ar, etc.

Para Biondi e Althaus (2005) podem ser três as práticas de manutenção adotadas: medida preventiva (adubação, poda de limpeza e tutoramento), medida remediadora (ações de recuperação de danos) e medida supressória (árvores mortas, com infestação severa por doenças e/ou pragas, danos severos ou risco de queda). Já para Grey e Deneke (1986) a manutenção da arborização visando o controle de crescimento das árvores pode ser feito por meio de duas práticas: retardo ou redirecionamento do crescimento e estimulação do crescimento. A primeira categoria envolve a poda ou aplicação de produtos químicos. A segunda categoria envolve ações de irrigação, fertilização e controle de competição, aeração e descompactação do solo, etc.

A poda e a remoção de árvores são duas das mais caras e mais importantes atividades de manutenção na arborização de ruas (NOWAK, 1990b). Para Grey e Deneke (1986) a poda é adotada para redução de riscos e danos à vida e à propriedade, para desobstrução das linhas de transmissão de energia, para desenvolvimento de força estrutural e forma e para melhorar a aparência, a produção de frutos e a visualização de um local.

Brun *et al.* (2007), em estudo realizado sobre o efeito da poda efetuada em indivíduos arbóreos de cinco espécies florestais da arborização de Santa Maria, Rio Grande do Sul, constataram que pode ocorrer maior ou menor sensibilidade das árvores conforme a intensidade da poda e a fase fenológica em que foi efetuada.

Como forma de evitar danos causados por falta de podas ou pela execução de podas incorretas pode-se adotar práticas de prevenção e de reparo. Essas medidas, segundo Grey e Deneke (1986), envolvem ações corretas de poda, amarração de galhos ou troncos, tratamento de feridas de poda, aterramento, construção de barreiras físicas, sinalização, etc.

2.2 AVALIAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS

2.2.1 Avaliação da arborização de ruas

Por meio da avaliação da arborização urbana pode-se melhorar o aproveitamento dos espaços na cidade e com isso incrementar e favorecer a

distribuição mais homogênea da cobertura arbórea, mesmo se a arborização está parcial ou integralmente implantada, com ou sem planejamento (NUNES, 1992).

Para Biondi e Althaus (2005) a avaliação da arborização urbana favorece a análise das práticas de manejo adotadas visando o aperfeiçoamento, a análise do comportamento da flora e da fauna associada, o monitoramento da arborização como diagnóstico base para o replanejamento e apoio para o planejamento de novas áreas.

Somente a avaliação e análises quali-quantitativas combinadas possibilitam considerações úteis sobre a arborização (MILANO, 1991), pois o índice quantitativo obtido isoladamente não expressa a realidade da arborização de uma cidade (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Portanto, é necessário conhecer tanto a quantidade quanto a distribuição espacial da vegetação, sua situação e suas características de qualidade (MILANO, 1991).

A avaliação quali-quantitativa permite conhecer a adaptabilidade, a potencialidade e os eventuais problemas das espécies em uso, bem como, das condições de plantio (MILANO, 1987), sendo que estas condições qualitativas e quantitativas da arborização urbana são dependentes das condições do planejamento urbano, em especial do sistema viário e sua adequação de uso (MILANO, 1991).

Conforme o objetivo do estudo, as árvores componentes da arborização de rua podem ser avaliadas sob diferentes valores: o estético, o ecológico, o físico, o psíquico, o político, o econômico e o social (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Ressalta-se que a avaliação é ferramenta que pode ser utilizada para a tomada de decisões com resultados imediatos como a avaliação de árvores com potencial de queda ou que oferecem riscos, pois de acordo com Gonçalves, Stringheta e Coelho (2007) a tomada de decisões para supressão de árvores urbanas tem sido uma preocupação constante porque envolve o patrimônio e a vida de terceiros.

2.2.2 Monitoramento da arborização de ruas

A complexidade dos ecossistemas urbanos, sua ampla variedade de usos e a diversidade de habitats criam um laboratório vivo disponível ao aprendizado sobre as interações entre pessoas e florestas e sobre o desenvolvimento de estratégias

para congregar a diversidade das necessidades públicas com a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos (NOWAK *et al.*, 2001). A avaliação criteriosa e o monitoramento contínuo são ferramentas utilizadas para o melhor conhecimento das interações, da dinâmica e da sustentabilidade desses ecossistemas.

No caso da arborização de ruas são procedimentos necessários para averiguação das condições quali-quantitativas existentes e das necessidades de ações para viabilizar as funções e benefícios estéticos, ambientais, sociais e econômicos, diretos e indiretos (MILANO *et al.*, 1992; NUNES, 1992; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

De acordo com Biondi e Althaus (2005) o monitoramento da arborização de ruas pode ser realizado em três fases distintas: na pós-implantação do plano de arborização (para avaliar as condições das árvores e a reação da população local), na avaliação de espécies introduzidas (para avaliar o desenvolvimento, a velocidade de crescimento e a compatibilidade com as estruturas locais) e no diagnóstico da arborização de ruas (para avaliar os objetivos alcançados, a necessidade de práticas de manejo, a adoção de novos plantios, o grau de consciência ecológica da população, os problemas com infraestruturas, etc).

As ações de monitoramento periódico auxiliam também na avaliação do limite de tolerância da simbiose planta-patógeno, pois de acordo com Grey e Deneke (1986) muitas doenças e insetos podem ser tolerados como parte natural do ambiente urbano, porém dentro de certo limite no qual não haja danos à saúde, ao vigor e aos benefícios proporcionados pelas árvores ou que não causem riscos às pessoas.

Para monitorar as condições dos indivíduos e fornecer subsídios para o manejo e condução da arborização de ruas, bem como para os processos de planejamento e replanejamento, torna-se necessária a realização de inventários quali-quantitativos contínuos (MILANO, 1994; MICHI; COUTO, 1996).

2.2.3 Inventário da arborização de ruas

O inventário florestal urbano pode ser efetuado por meio de três metodologias principais: inventário parcial (um parque, uma dada espécie, etc), inventário completo (censo arbóreo de parques, de ruas ou de área verdes) e inventário amostral, este último devendo representar entre 5-10% da população de

árvores, dependendo da variabilidade encontrada no componente da arborização urbana sob análise (ESCOBEDO; ANDREU, 2008). Como derivação do terceiro tipo, Smiley e Baker (1988) citaram que o inventário florestal pode ser aplicado para amostragem de um problema específico (árvores de risco, alguma doença específica, avaliação de plantios, etc.) ou para avaliação da cobertura de copas (quantificação, distribuição espacial e dinâmica - extensão e mudanças).

Inventários totais justificam-se para avaliações quantitativas visando cadastramento da arborização, ou eventualmente para avaliações qualitativas em cidades pequenas. Inventários por amostragem, para objetivos qualitativos e/ou quantitativos, são a opção mais rápida e barata para a avaliação da arborização de ruas dentro de graus de precisão pré-estabelecidos (MILANO, 1991). O nível de precisão e detalhamento da avaliação depende dos recursos disponíveis, do porte da cidade e da finalidade da avaliação (NUNES, 1992).

Todo inventário florestal envolve a adoção de um processo e de um método de amostragem. Para Péllico Neto e Brena (1997) o processo de amostragem refere-se à forma como se aborda o conjunto de unidades amostrais e o método de amostragem refere-se à abordagem de uma única unidade amostral. Para os autores os processos podem ser: aleatório irrestrito, aleatório restrito (amostragem estratificada, amostragem em dois estágios e amostragem em múltiplos estágios), sistemático (em único estágio e em múltiplos estágios) e misto (amostragem em grupos ou conglomerados e amostragem com múltiplos inícios aleatórios); já os métodos podem ser: método de área fixa, método de Bitterlich, método de Strand, método 3P de Grosenbaugh, método em linhas e o método de Prodan.

Para Nowak *et al.* (2008) o processo de amostragem aleatória é um meio relativamente fácil para se conhecer a estrutura de florestas urbanas e para estimar os valores dos serviços ambientais, sendo que a precisão e o custo da estimativa é dependente do tamanho da população amostral e das unidades amostrais.

Para Milano (1994) o processo de amostragem aleatório tem sido o mais utilizado devido às características gerais da arborização das cidades, no entanto, as características da cidade e os objetivos da avaliação é que definirão o sistema a ser adotado. Para ele, quando as características da cidade permitem, pode-se utilizar o processo de estratificação a fim de melhorar a precisão e reduzir os custos de realização do inventário. No entanto, Rachid e Couto (1999), em um trabalho sobre métodos de amostragem para a arborização de ruas de São Carlos, no Estado de São Paulo, concluíram que o processo de amostragem aleatória irrestrito era aquele

que deveria ser empregado, pois o ganho em precisão obtido com a amostragem estratificada foi muito pequeno, não compensando o trabalho para sua elaboração.

Quanto ao tamanho das unidades amostrais, parcelas menores com maiores perímetros relativos e maior número de repetições apresentam menores valores de desvio padrão da média, sendo, portanto, mais eficientes (MILANO, 1987; MILANO; SOARES, 1990). Esta observação corrobora com as afirmações de Husch *et al.* (1972), os quais afirmaram que em florestas suficientemente homogêneas a precisão tende a ser maior para unidades amostrais pequenas em relação às maiores devido ao grande número de unidades amostrais independentes, no entanto quando unidades amostrais menores são aplicadas a florestas mais heterogêneas altos coeficientes de variação são obtidos. Neste caso é desejável o uso de unidades amostrais maiores.

Milano (1994) concluiu que o processo de amostragem aleatória, utilizando unidades amostrais retangulares e o número de árvores por quilômetro de calçada arborizada como variável principal tem significativa eficiência para avaliação da arborização de ruas no Brasil. Para Meneghetti (2003), a variável densidade de árvores/km de rua tem sido largamente utilizada com o objetivo de verificar a eficácia e a confiabilidade do método de amostragem adotado.

Ressalta-se que o tamanho das unidades amostrais, a intensidade amostral e a precisão do inventário decorrem das características da cidade, das características da arborização e da metodologia estatística adotada (MILANO, 1987).

Silva (2003), em estudo sobre métodos de amostragem, tamanho e forma de parcela para a arborização de ruas, concluiu que as parcelas quadradas com tamanho de 300 m X 300 m são os melhores tipos de unidade amostral, pois apresentaram o menor erro padrão da média, menor erro de amostragem, menor coeficiente de variação e menor desvio da média para um dado intervalo de confiança. Também, concluiu que o processo de amostragem aleatório foi o de melhor eficiência relativa, embora o processo sistemático pudesse ser usado com bons resultados, tendo custos de realização aproximados.

Meneghetti (2003), em estudo sobre dois métodos de amostragem para arborização de ruas, concluiu que não houve ganho significativo de precisão com a amostragem estratificada, indicando, por isso, o uso da amostragem aleatória simples para inventários quali-quantitativos da arborização de ruas.

Alvarez (2004) em seu estudo também concluiu que a amostragem aleatória simples é mais fiel à realidade da arborização de calçadas, quando comparada com a amostragem estratificada e o censo arbóreo.

Um inventário florestal contínuo da arborização pode ser efetuado a cada 5-10 anos se não há coleta periódica de informações (SMILEY; BAKER, 1988). No entanto, buscando otimizar esta atividade complexa para que não se perca tempo e dinheiro, deve-se conhecer quais informações são necessárias, antes de iniciar o inventário (GREY; DENEKE, 1986; JUTRAS; PRASHER; MEHUYS, 2009).

Jutras, Prasher e Mehuys (2009) fizeram uso de redes neurais para estimar parâmetros morfológicos de árvores da arborização de ruas como forma de tornar a execução do inventário da arborização mais ágil e com redução de tempo e custos. Já Silva (2003), num trabalho sobre três métodos de inventário da arborização de ruas, concluiu que a estimativa de parte dos dados, por profissional técnico previamente treinado, pode reduzir os custos e ao mesmo tempo manter a precisão dentro de limites aceitáveis.

2.3 DINÂMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS

2.3.1 Estrutura da arborização de ruas

Assim como as florestas urbanas, entendidas como os remanescentes florestais de uma cidade, a arborização de ruas apresenta padrões de comportamento que representam as modificações em seu desenvolvimento (ingresso de espécies, crescimento das árvores, remoção e morte), as interações entre as árvores de uma rua e as interrelações com agentes polinizadores e dispersores, porém, mais evidentes são as influências sofridas pelas práticas de manejo e as ações danosas de origem antrópica (vandalismo). Estas modificações e as condições das árvores são indicativos da estrutura da arborização de ruas.

A compreensão da estrutura da arborização de ruas, mesmo representando apenas um pequeno percentual do total de árvores presentes em uma cidade, é pré-requisito para a quantificação de sua função e do seu valor, permitindo o gerenciamento a longo prazo, com redução dos custos de manutenção e aumento dos benefícios, além de servir como base para estimativas do impacto de programas

florestais e da vitalidade de uma cidade (MCPHERSON, 1998; MACO; MCPHERSON, 2003).

A composição de espécies, o número de árvores, a amplitude de idades, o nível de cobertura de copas, a condição das árvores e o espaço disponível ao plantio são índices estruturais indicadores da saúde, da necessidade de manejo, da estatura e dos conflitos da floresta urbana (MACO; MCPHERSON, 2003), porém outros como a densidade de árvores, a área basal e a densidade de copas também podem ser adotados como índices estruturais (MCPHERSON, 1998).

No Brasil, os trabalhos relacionados ao inventário da arborização de ruas detêm-se em poucos fatores estruturais: composição de espécies, quantitativo de árvores, índices de diversidade e conflitos com estrutura urbana. Este fato pode ser observado em trabalhos como os de Volpe-Filik, Silva e Lima (2007), Silva *et al.* (2007), Coletto, Müller e Wolski (2008), Calixto Junior, Santana Filho e Lira Filho (2009), Pinheiro *et al.* (2009), Raber e Rebelatto (2010), Sucomine e Sales (2010) e Strangheti e Silva (2010). Entretanto, ressaltam-se os trabalhos realizados por Milano (1984), Biondi (1985), Milano (1988), Andrade (2002), Bortoleto (2004), Tudini (2006), Sampaio e De Angelis (2008), Pires *et al.* (2010) e Toscan *et al.* (2010) que analisaram também outros fatores estruturais procurando ampliar a compreensão da arborização de ruas nas cidades avaliadas e as relações das árvores com as estruturas urbanas. Entretanto, nota-se que a adoção de menor ou maior número de fatores estruturais depende do objetivo do trabalho a ser realizado e da área amostral adotada.

2.3.2 Diversidade de espécies na arborização de ruas

Nas cidades brasileiras predomina a baixa diversidade de espécies (homogeneidade) e devido a isso maior a probabilidade do ataque de pragas e doenças (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005).

Neste sentido, Galvin (1999) já havia afirmado que a chave para a sustentabilidade da arborização de ruas reside não apenas na seleção de espécies com características peculiares desejáveis, mas também na promoção de maior diversidade biológica dentro dessas populações visando minimizar a necessidade de manutenção e os custos advindos das mesmas, bem como, a redução das perdas

ocasionadas por pragas, doenças, etc, além do prolongamento dos benefícios proporcionados pelas árvores nas ruas.

Como forma de adoção de uma política de diversidade de espécies, Grey e Deneke (1986) sugeriram que uma única espécie não deve representar mais que 10-15% da população total da arborização de ruas. Porém, para Santamour (1990) a composição de espécies não deve exceder 30% para uma mesma família botânica, 20% para um mesmo gênero e 10% para a mesma espécie; isto posto, para evitar problemas e prejuízos com o ataque severo de pragas.

Conforme constatado por Biondi e Leal (2008), atualmente a preocupação é grande com a biodiversidade nas áreas urbanas e isto se reflete na diversificação do número de espécies produzidas em viveiro; no entanto, esta preocupação com a diversificação de espécies é problemática, pois muitas vezes não há tempo suficiente para realizar pesquisas sobre as espécies introduzidas e desta forma ocorre a produção e a utilização de espécies indesejáveis para o ambiente e para o homem, tais como as plantas tóxicas e as plantas exóticas invasoras.

Os índices de riqueza e diversidade são indicadores da diversidade de espécies e podem ser usados como ferramenta do manejo e do plano diretor da arborização urbana. Os índices mais utilizados são o de Shannon-Weaver e o de Odum (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005). Meneghetti (2003), em estudo realizado com a arborização dos bairros da orla marítima de Santos, Estado de São Paulo, concluiu que o uso de índices de diversidade e similaridade (Shannon-Weaver e Jaccard) também são úteis para as ações de manejo da arborização de ruas.

Bortoleto (2004), em trabalho conduzido na Estância Águas de São Pedro, Estado de São Paulo, concluiu que a arborização da cidade apresentava distribuição de espécies, gêneros e famílias, com adequada diversidade de espécies e adequado índice de indivíduos por quilômetro de rua.

2.3.3 Dinâmica da arborização de ruas

Os estudos da dinâmica da vegetação arbórea são mais corriqueiramente realizados em áreas de florestas nativas, tanto nas áreas rurais quanto nas áreas verdes da arborização urbana, mediante o uso de parcelas permanentes e estratégias de inventário florestal para estudos da composição florística, das

condições fitossociológicas da floresta e dos padrões de desenvolvimento e mudança (PIZATTO, 1999; SCHAAF, 2001; RODE, 2008).

Na arborização de ruas ocorre constantemente o plantio, a morte, a substituição e a remoção de árvores, além do crescimento das árvores remanescentes. Esta seqüência de fatos, simultâneos e constantes, representa a dinâmica da comunidade arbórea. Para monitorar e prever os processos de transformação das comunidades arbóreas, Higuchi *et al.* (2008) e Nowak *et al.* (2008) destacaram a importância dos estudos da dinâmica. Michi *et al.* (1996) sugeriram a execução de inventários florestais contínuos da arborização urbana. Porém, no Brasil não há dados de remedições de parcelas de inventários da arborização para análise da dinâmica representativa da arborização de ruas.

Esse tipo de estudo é essencial para o entendimento dos padrões comportamentais das espécies, uma vez que mudanças nas taxas apresentadas podem afetar a composição florística e a estrutura futura da floresta, pois fornecem dados essenciais relativos a taxas e fatores de mudança para o total da população, incluindo a remoção de árvores, o plantio de árvores e a regeneração natural, bem como a condição das árvores e a mudança na composição de espécies (PAIVA; ARAÚJO; PEDRONI, 2007; NOWAK, *et al.*, 2008).

Sheil e May (1996) afirmaram que as remedições de parcelas para estudos de dinâmica (taxa do ingresso, incremento e mortalidade) em grandes áreas de estudo geram estimativas mais apropriadas quanto maior o intervalo de medição.

No caso da arborização de ruas, ainda não se tem informações sobre qual o melhor intervalo de tempo entre medições para avaliação da dinâmica, visto o grande dinamismo das modificações na malha urbana e as interferências sobre as árvores, bem como as alterações microclimáticas e ambientais decorrentes da expansão das cidades.

Para a boa condução e manejo de florestas ainda faltam informações para a melhor e mais equilibrada utilização dos recursos florestais (FOMENTO; SCHORN; RAMOS, 2004). Nas cidades, mais especificamente na arborização de ruas, ainda faltam estudos, análises e estabelecimento de critérios técnicos sobre a dinâmica e o comportamento dos diversos fatores estruturais, pois somente por meio deles é possível se efetivar o melhor manejo e a intensificação dos benefícios requeridos diminuindo as perdas decorrentes da inobservância de padrões adequados.

Em estudo realizado em um remanescente da Floresta Ombrófila Mista, com remedição de parcelas, Fomento, Schorn e Ramos (2004) concluíram que a

fisionomia atual e passada da floresta é marcada pelo destaque de poucas espécies, com acréscimo de densidade entre as épocas avaliadas, além do acréscimo em área basal. Nas cidades observa-se que a análise pontual da arborização de ruas também apresenta características semelhantes, quanto à predominância de poucas espécies, tendo como exemplo os trabalhos de Milano (1984), Biondi (1985), Andrade (2002), Bortoletto (2004) e Tudini (2006).

As características de uma floresta urbana sustentável incluem a adequada diversidade de espécies e de idade das árvores, uma alta proporção de árvores saudáveis adaptadas às condições locais e uma apropriada cobertura por copas, preferencialmente de espécies nativas. Por outro lado, uma floresta insustentável é reconhecida por uma população em declínio, muitas árvores doentes e uma rápida substituição que resulta na flutuação no número de árvores e na perda dos benefícios econômicos, sociais, ecológicos e estéticos (MCPHERSON, 1998).

Richards (1983) afirmou que a estabilidade da arborização de ruas é caracterizada pela capacidade de adaptação à diversidade de situações a que as espécies são condicionadas, mais do que pelo número total de espécies. Uma boa diversidade de idades que proporciona reposições sucessivas também é essencial para uma estabilidade a longo prazo.

Uma forma de se mensurar a sustentabilidade da floresta urbana, sua sobrevivência e persistência, é avaliar a relação entre o número de árvores removidas e o número de árvores plantadas ou regeneradas. Para a arborização de ruas a sustentabilidade é dependente da intervenção humana, pois a capacidade de regeneração da mesma é limitada (CLARK *et al.*, 1997).

Brack (2006) afirmou que para as cidades costuma-se obter informações quantitativas da arborização em uma única etapa e que as medições contínuas para estudos do crescimento e das alterações são custosas, porém o ajuste de equações para o estudo do crescimento e das alterações são ferramentas que flexibilizam a obtenção de dados e a análise de cenários.

Nowak, McBride e Beatty (1990) avaliaram após 02 anos de plantio as taxas de mortalidade e crescimento de 480 árvores plantadas na arborização de ruas em Berkeley e encontraram uma taxa anual de 19% de mortalidade e de 27% de remoção para o período, com crescimento em diâmetro significativamente diferente entre as espécies avaliadas. Já Dawson e Khawaja (1985), em estudo realizado na cidade de Urbana, Illinois, constataram entre o período de 1932 e 1982 a redução no número total de árvores, em 41%, e de área basal total, em 12%, e acréscimo de

76% na área basal média das árvores remanescentes com a substituição da dominância de uma única espécie por uma maior diversidade de espécies com distribuição mais uniforme.

Para avaliar as mudanças estruturais da arborização de ruas ao longo do tempo alguns estudos já foram conduzidos na América do Norte tais como os de Richards (1979), Dawson e Khawaja (1985), Nowak, McBride e Beatty (1990) e Fischer *et al.* (2007). No Brasil os estudos inexistem, salvo o trabalho realizado por Pedreira, Queiroz e Neves (2002), no qual efetuaram a remedição de parâmetros dendrométricos (DAP, área basal, altura total e área de projeção de copa) das árvores de duas ruas do loteamento Laranjeiras, no Rio de Janeiro e analisaram as alterações ocorridas no período de 1992 e 2002 (morte, remoção, substituição e novos plantios).

O trabalho de Nowak, Kuroda e Crane (2004) talvez seja um dos únicos a proceder à avaliação das mudanças temporais da arborização urbana em parcelas permanentes implantadas na cidade de Baltimore, Maryland, em diferentes setores do zoneamento urbano, contemplando áreas verdes e arborização de ruas.

Os trabalhos de Pizatto (1999), Schaaf (2001) e Rode (2008) realizados para estudo da dinâmica da Floresta Ombrófila Mista em geral seguiram a seguinte sequência:

- a) Análise da composição florística e da estrutura da floresta por meio de estudos fitossociológicos e de inventários florestais previamente planejados;
- b) Análise das taxas de ingresso, de incremento e de mortalidade de árvores e por espécie;
- c) Análise do incremento periódico, do incremento periódico anual e do incremento líquido;
- d) Análise da evolução da distribuição diamétrica, da área basal e da altura da população e das principais espécies.

Desta forma, como ainda é inexistente um padrão metodológico para estudo da dinâmica da arborização urbana pode-se adotar os procedimentos descritos acima, adaptando-os às características urbanas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO: CIDADE DE CURITIBA

3.1.1 Características ambientais

Curitiba, capital do Estado do Paraná, está localizada na porção leste do Estado, no primeiro planalto paranaense (FIGURA 01) entre as coordenadas 25°25'48"S e 49°16'15"O (CURITIBA, 2011).

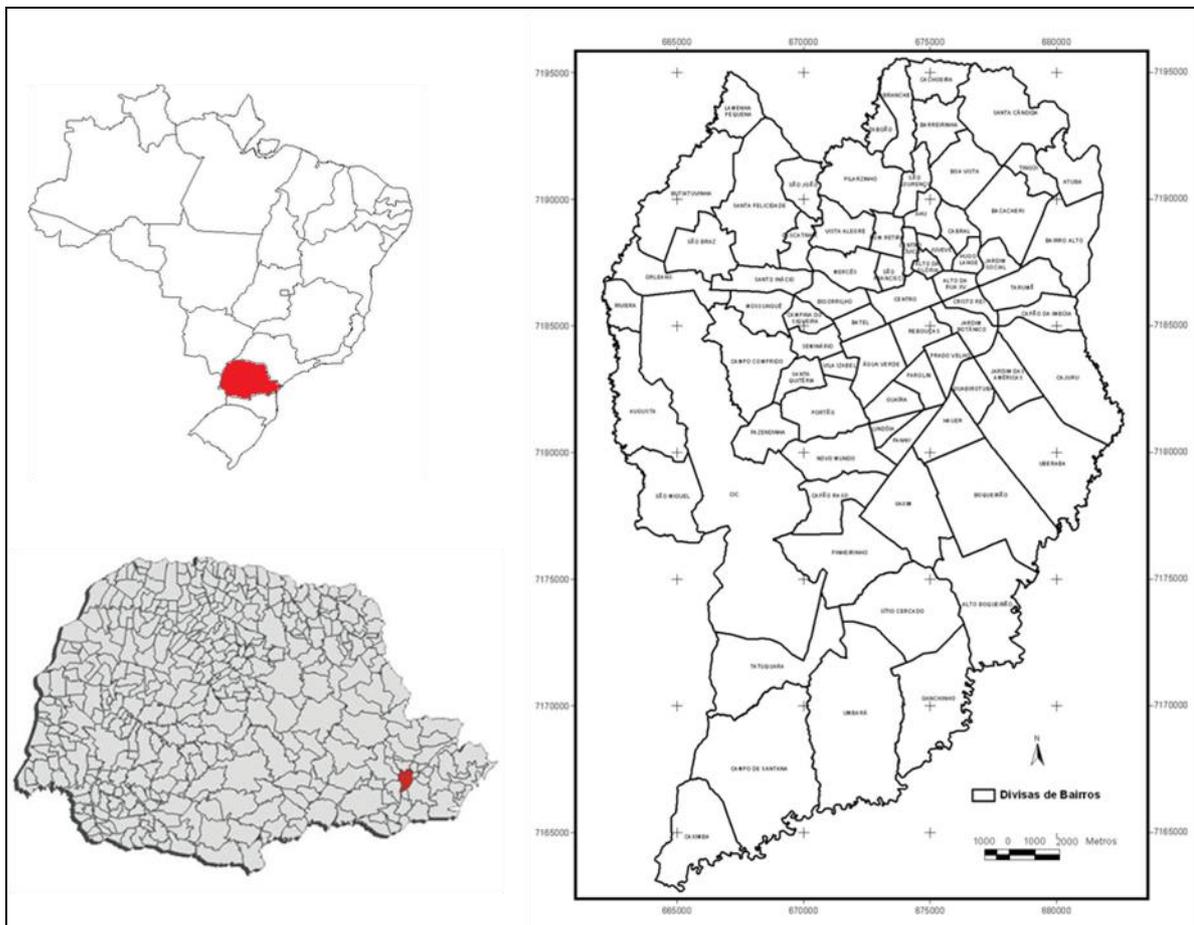


FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE CURITIBA

Fonte: O autor (2011)

A cidade, localizada em relevo levemente ondulado e altitude média igual a 934m (CURITIBA, 2011), está inserida dentro da região fitogeográfica da Floresta

Ombrófila Mista que compõe o Bioma da Mata Atlântica, entremeada por pequenos fragmentos de Estepe Gramíneo-Lenhosa.

O clima da região é do tipo Cfb na classificação de Köppen (subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e invernos com geadas frequentes, sem estação seca), com temperaturas médias anuais nos meses quentes e frios inferiores a 22 °C e 18 °C respectivamente e temperatura média anual igual a 17 °C. A média anual da umidade relativa do ar fica em torno de 85% e da precipitação entre 1.300 e 1.500mm anuais, sem deficiência hídrica ao longo do ano (MAACK, 1981; CURITIBA, 2011).

Os solos encontrados na região são predominantemente os cambissolos, latossolos, organossolos e gleissolos (ITCG, 2008), em muitos locais alterados pelas ações antrópicas diversas.

3.1.2 Características urbanas

O município de Curitiba possui área total igual a 430,9km², com população estimada em 1.746.896 habitantes para o ano de 2010, segundo dados do último censo (IPPUC, 2011).

Entre o ano de 1980 e de 2010 houve um crescimento populacional de aproximadamente 722.006 habitantes, ou seja, uma taxa de crescimento de 70,44% para o período, pois de acordo com IPPUC (2011) a população era estimada em 1.024.980 habitantes em 1980.

A malha viária, distribuída em onze tipos de pavimentos, possuía extensão de aproximadamente 4.530,34Km para o ano de 2009 (IPPUC, 2011). Os dados apresentados por Milano (1984) apontavam a existência de 3.750Km de vias abertas ao tráfego no ano de 1984.

3.1.3 Características da arborização urbana

A preocupação com a manutenção da cobertura florestal do município de Curitiba tem acontecido desde a década de 70. Diversas regulamentações legais foram elaboradas para coibir a supressão de maciços arbóreos e para favorecer a preservação das florestas através de incentivos fiscais (SMMA, 2008). Da mesma

forma, foi efetivada a criação de diversos parques municipais, como espaços de lazer compatibilizados com a preservação e a recuperação ambiental de áreas degradadas (BOBROWSKI; VASHCHENKO; BIONDI, 2010).

Por outro lado, a preocupação com a implantação da arborização de ruas de Curitiba iniciou a partir do século XIX, tendo como ponto referencial a aprovação de custeio, em sessão da Câmara Municipal, para nivelamento do Largo da Matriz, construção de calçadas e arborização das mesmas, entretanto ganhou maior atenção quando foi associada à idéia de salubridade (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

De acordo com Biondi e Althaus (2005), em 1873 houve a primeira sugestão para plantio de algumas espécies na arborização de ruas. Porém, somente em 1938 houve sugestão mais elaborada contemplando maior diversidade de espécies, de forma específica para cada rua arborizada, como medida higienizadora da cidade.

Em 1967 houve a primeira preocupação com a introdução das primeiras espécies florestais nativas, tais como: *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo), *Handroanthus albus* (ipê-amarelo), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *Tibouchina sellowiana* (quaresmeira) e *Poincianella pluviosa* (sibipiruna), visto que até esta época a arborização de ruas era composta essencialmente por espécies como: *Acer negundo* (acer), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Melia azedarach* (cinamomo), *Jacaranda mimosaeifolia* (jacarandá), entre outras (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Segundo dados da SMMA (2008), a contribuição em cobertura arbórea correspondente à arborização de ruas era igual a 2,48 m² por habitante para o ano de 2005.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Coleta de dados

A pesquisa desenvolvida foi realizada sobre as mesmas unidades amostrais do inventário da arborização de ruas conduzido por Milano (1984), em Curitiba, Paraná. As coletas foram realizadas entre 2009 e 2010.

Segundo Milano (1984), o grande porte da cidade inviabilizou por razões práticas e econômicas a realização de um inventário total (censo) das árvores de rua, tendo sido adotada a amostragem da população total considerada.

Em 1984 a população amostral correspondia à área da cidade com urbanização consolidada e ruas arborizadas, totalizando 271 unidades amostrais correspondentes a $\frac{1}{4}$ da superfície do mapa oficial do município.

O processo de amostragem adotado na primeira ocasião de medição foi o aleatório simples, com método da área fixa em parcelas de 500m X 500m. O total de unidades amostrais inventariadas em 1984 foi de 15 parcelas, correspondendo a 5% da população total considerada, para um limite de erro de 15% e probabilidade de 95%. A distribuição das parcelas no perímetro da cidade é apresentada na Figura 02.

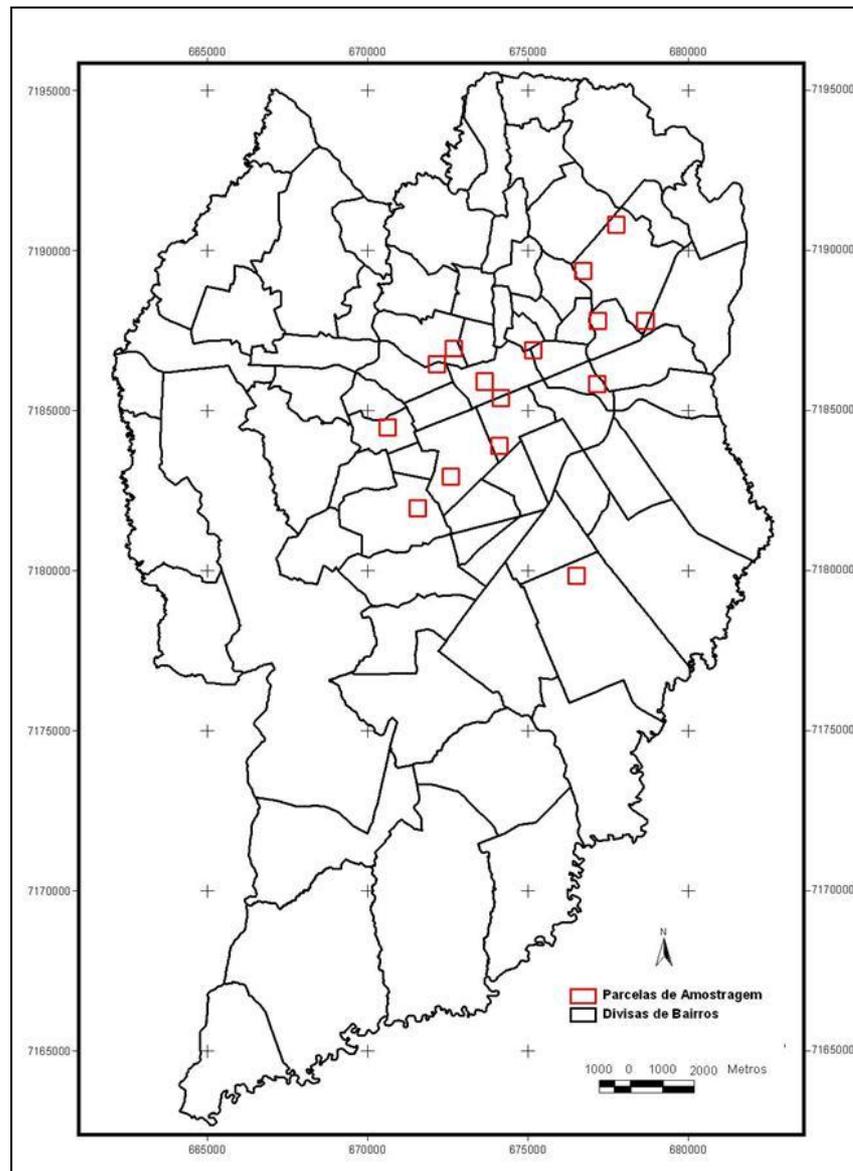


FIGURA 02 – DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS AMOSTRADAS

Fonte: O autor (2011)

Para a coleta de dados nas ruas foi compilada planilha de acordo com aquela elaborada por Milano (1984) para que se pudesse efetuar as comparações entre os dois anos de avaliação (1984 e 2010). Na planilha elaborada houve modificações apenas na maneira de obtenção do diâmetro de copa visando melhorar a estimativa do diâmetro médio e da área de copa por árvore (FIGURA 04). Isto foi realizado por meio da obtenção de quatro raios, sendo dois paralelos ao meio-fio (direita e esquerda, em relação à rua) e dois transversais (para rua e para construção). Salienta-se que não foram consideradas as perdas de copa em função da interferência para passagem ou proteção da fiação de transmissão de energia elétrica, visto que este fato não foi observado por Milano (1984).

Inventário de Árvores de Rua - Curitiba/PR																		
Rua:										Amostra:								
Lado:										Bairro:								
Sp	Loc	Posição				h	hf	Ø	Ø Copa				Bf	AC	R	C	NT	*
		m	c	f	d				d	e	r	c						

FIGURA 04 – PLANILHA ELABORADA PARA COLETA DE DADOS

Fonte: Adaptado de Milano (1984)

Na planilha constavam campos para preenchimento de 16 variáveis diferentes, assim especificadas:

- a) Sp – Espécie;
- b) Loc – Localização (número predial);
- c) Posição: m – distância da árvore ao meio fio (m), c – distância da árvore ao muro ou construção (m), f – distância da árvore à projeção da fiação de energia/telefone (m), d – espaçamento de plantio (m);
- d) h – altura total (m);
- e) hf – altura da fiação (m), relativa à parte mais baixa;
- f) Ø – Circunferência à altura do peito (CAP) (m);
- g) Ø copa – Diâmetro de copa (m): d – raio para direita, e – raio para esquerda, r – raio para rua, c – raio para construção;
- h) Bf - altura de bifurcação (m);
- i) AC – área do canteiro (m);

- j) R – Condições do sistema radicular: 1 - raiz superficial, causando danos à calçada; 2 - raiz pouco superficial, causando pequenos danos; 3 - raiz de profundidade, sem danos à calçada;
- k) C – Condição estrutural e fitossanitária da árvore: 1 - árvore boa, vigorosa, 2 – árvore satisfatória, 3 – árvore ruim, 4 – árvore morta ou com morte iminente;
- l) NT – Necessidades de tratamento: 1 – poda leve, 2 – poda pesada, 3 – reparos de danos físicos; 4 – controle de pragas; 5 – controle de doenças; 6 – remoção da árvore;
- m) (*) - Observações de caráter complementar: 1 – árvore deformada por poda drástica, 2 – árvore com fungo *Oidium*, 3 – árvore com cochonilhas, 4 – árvore com problema de tutoramento (plantios recentes), 5 – árvore com severos danos físicos, 6 – árvore com homópteros nas folhas, 7 – árvore apresentando leves danos físicos, 8 – árvore plantada irregularmente, 9 – árvore apresentando necrose nas folhas, 10 – árvore com folhas danificadas por insetos, 11 – árvore com tronco danificado por larvas de insetos (brocas).

Para a obtenção da circunferência à altura do peito (CAP) foi utilizada fita métrica e para a obtenção da altura total da árvore e altura da fiação foi utilizado um hipsômetro de Blume-Leiss. Para as demais medidas relacionadas às distâncias (área de canteiro, distância de fiação, distância do meio-fio, etc) foi utilizada trena métrica de 50 m modelo Famastil (FIGURA 05).

A identificação das espécies foi realizada prioritariamente a campo, no momento da coleta de dados. Para as espécies não identificadas, parte de ramos com folhas foram coletados, herborizados e encaminhado ao Museu Botânico da Prefeitura Municipal de Curitiba para identificação por meio de comparação de exsicatas. A nomenclatura das espécies foi conferida e atualizada de acordo com as informações de Museu Botânico do Rio de Janeiro (2010), para as espécies nativas, e Missouri Botanical Garden (2011), para as espécies exóticas.



A – Medida do CAP

B – Medida da distância entre árvores

C – Medida da distância em relação ao meio-fio

FIGURA 05 – OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS DO INVENTÁRIO

Fonte: O autor (2011)

Todos os dados coletados e componentes do inventário de Milano (1984) foram digitalizados em planilha do *Microsoft Office Excell 2007* para que se pudesse efetuar as comparações e análises necessárias em relação à reamostragem efetuada. Nesta etapa e após avaliação das árvores remanescentes houve correção na identificação feita em 1984 para três espécies não identificadas àquela ocasião ou identificada equivocadamente, tendo em vista as identificações atuais e correspondências observadas na análise da dinâmica.

As árvores localizadas na bordadura de praças e inventariadas por Milano (1984) foram excluídas das análises visto que não houve coleta de informações das mesmas em 2010, pois o estudo ateu-se ao inventário da arborização de ruas.

3.2.2 Análise dos dados

3.2.2.1 Caracterização da arborização de ruas

A estrutura da arborização de ruas foi analisada por meio dos fatores descritos a seguir, pois os mesmos conseguem descrever a gestão da arborização de ruas nos anos avaliados:

- a) Análise quantitativa de árvores: para o total do inventário em cada ano de avaliação e para cada parcela;
- b) Florística e proporção de táxons: para o total de cada ano de avaliação;
- c) Índices de Diversidade (diversidade, riqueza, equitabilidade e similaridade de espécies): para o total do inventário em cada ano de avaliação e para cada parcela;
- d) Padrão de plantio: análise correspondente à espécie principal plantada em cada parcela, nos dois anos de avaliação, tendo por base a espécie principal de cada rua avaliada;
- e) Cobertura por copas: análise realizada para o total de cada ano de avaliação e para cada parcela;
- f) Condição das árvores: análise realizada para o total de cada ano de avaliação e para cada parcela;

A análise estatística do quantitativo de árvores foi feita apenas por meio do teste “t” para comparação das médias dos dois inventários, ao nível de 1% de probabilidade, pois não havia número suficiente de tratamentos para se proceder à análise de variância.

A proporção de táxons foi analisada em cada ano de avaliação comparativamente às recomendações de proporção máxima ideal para família, gênero e espécie proposta por Santamour (1990) e Grey e Denecke (1986), tendo por base a descrição das espécies amostradas em 1984 e 2010.

Para a análise da diversidade de espécies foi utilizado o índice de Shannon-Weaver e para a análise da riqueza de espécies foi utilizado o índice de Odum, em virtude da aplicabilidade dos mesmos para o planejamento e manejo da arborização de ruas (MENEGETTI, 2003; SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005).

O índice de Shannon-Weaver é derivado da teoria da informação e expressa o grau de incerteza que se assume em predizer a qual espécie pertence um

indivíduo escolhido aleatoriamente de uma população amostral de “S” espécies e “N” indivíduos (LAMPRECHT, 1990; MEERMAN, 2004). A fórmula que descreve este índice é assim representada (RODE *et al.*, 2009):

$$H' = -\sum \left(\frac{ni}{N} \right) \times \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

Onde:

ni – número de indivíduos da i-ésima espécie;

N – número total de indivíduos avaliados.

Este índice possui duas propriedades: pode assumir valor zero ($H' = 0$) se e somente se há uma espécie na amostra e pode atingir valor máximo ($H' = \max$) somente quando todas as espécies são representadas pelo mesmo número de indivíduos (MEERMAN, 2004), mas segundo Kanieski, Araujo e Longhi (2010) este índice é afetado pela presença de espécies raras na amostragem.

A análise estatística aplicada para este índice foi proposta por Hutcheson (1970). A metodologia desenvolvida auxilia no cálculo do teste “t” para duas parcelas ou populações inventariadas, para isso há necessidade da determinação prévia dos valores das variâncias das amostras em comparação, bem como de seus respectivos graus de liberdade, conforme fórmulas a seguir:

$$\sigma^2 H' = \frac{\sum \left(\frac{ni}{N} \right) \left[\ln \left(\frac{ni}{N} \right) \right]^2 - \left[\sum \left(\frac{ni}{N} \right) \left[\ln \left(\frac{ni}{N} \right) \right] \right]^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

$$GL = \frac{(\sigma^2 H'_1 + \sigma^2 H'_2)^2}{\frac{(\sigma^2 H'_1)^2}{N_1} + \frac{(\sigma^2 H'_2)^2}{N_2}}$$

Então, o teste “t” foi calculado a partir da fórmula descrita a seguir, adotando-se a significância estatística ao nível de 1% de probabilidade:

$$t_{calc} = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{\sigma^2 H'_1 + \sigma^2 H'_2}}$$

Onde:

$\sigma^2 H'$ – variância do índice de Shannon-Weaver;

H'_1 – índice de Shannon-Weaver para a parcela 1;

H'_2 - índice de Shannon-Weaver para a parcela 2;

n_i – número de indivíduos da espécie 'i';

N – número total de indivíduos;

S – número total de espécies;

\ln – logaritmo na base natural.

O índice de Odum é utilizado para medir a intensidade de mistura de espécies, pois é uma variação do quociente de mistura de Jentsch. Quanto maior o valor do índice maior a diversidade (SCHAAF, *et al.*, 2006; RODE *et al.*, 2009). A fórmula que descreve este índice é assim representada (RODE *et al.*, 2009):

$$d1 = \frac{S}{\ln N}$$

Onde:

S – número total de espécies;

N – número total de indivíduos avaliados.

Para a análise da equitabilidade foi utilizado o índice de Pielou, o qual refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, com valores variando entre 0 e 1, para um mínimo e máximo de uniformidade (MOÇO *et al.*, 2005; RODE *et al.*, 2009). Segundo Kanieski, Araujo e Longhi (2010) este índice mede a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada. De acordo com Rode *et al.* (2009) representa-se o índice de Pielou pela fórmula abaixo:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde:

H' – índice de diversidade de Shannon-Weaver;

S – número total de espécies.

Para a análise da similaridade de espécies entre as parcelas pares dos anos avaliados foi utilizado o coeficiente de Jaccard. Este coeficiente é utilizado para estudar a coexistência de espécies ou a similaridade entre unidades amostrais (REAL; VARGAS, 1996), sendo uma medida de correlação que varia entre 0 e 1 (RODE *et al.*, 2009). Segundo Real e Vargas (1996) pode ser descrito pela fórmula:

$$J = \frac{C}{A+B+C}$$

Onde:

A – número de espécies presentes na parcela A e ausentes na parcela B;

B – número de espécies presentes na parcela B e ausentes na parcela A;

C – número de espécies comuns entre as parcelas A e B.

A análise estatística dos valores obtidos para o coeficiente de Jaccard foi realizada adotando-se a metodologia proposta por Real (1999) mediante comparação com tabela de significância de valores, com significância ao nível de 1% de probabilidade.

Para os índices de equitabilidade e de similaridade ainda não existem referências bibliográficas de aplicações na arborização de ruas, por isso os valores comparativos adotados foram aqueles obtidos para florestas nativas, prioritariamente a Floresta Ombrófila Mista, para compreender inicialmente o comportamento dos índices.

Para a análise do padrão de plantio considerou-se que o padrão seria aquele correspondente à espécie com maior frequência de plantio na rua avaliada. A partir disso foi verificada a espécie mais freqüente na amostra, aquela que mais se repete como padrão de rua, para comparação entre os anos de avaliação. Também, foi realizada análise comparativa das alterações de espécies padrão de rua entre 1984 e 2010 como indicativo de tendências de introdução de espécies adotadas pela prefeitura municipal.

A cobertura de copas foi analisada para o total das parcelas de cada ano de avaliação, bem como para cada parcela. A análise estatística para ambos os casos foi efetuada por meio do teste “t” para comparação das médias.

A análise da condição das árvores foi feita com base na média do resultado da valoração proposta na planilha de campo, tanto para cada parcela quanto para o total de cada ano de avaliação. A análise estatística para ambos os casos foi feita por meio do teste “t” para comparação das médias.

3.2.2.2 Dinâmica da arborização de ruas

Para a análise da dinâmica foi adotada a divisão em quatro tópicos distintos, de maior relação com as características estruturais e por consequência com maior expressão na arborização de ruas: dinâmica do quantitativo arbóreo, distribuição diamétrica e incremento em DAP, distribuição diamétrica e incremento em altura total e distribuição diamétrica e incremento em área de copa.

Para se proceder à análise, preliminarmente foram identificadas todas as árvores remanescentes, plantadas e removidas.

A identificação das árvores remanescentes de 1984 em 2010 foi feita por meio dos valores descritos, em cada inventário, para o número predial juntamente com a distância entre árvores, para conferir segurança ao procedimento caso o número predial estivesse alterado ou inexistente. Ainda, permanecendo a dúvida foram utilizados os dados da altura de bifurcação e do CAP, que sempre deveriam expressar respectivamente, permanência e aumento comparativo entre 1984 e 2010.

Com a informação das árvores remanescentes foram identificadas todas as árvores removidas, nas planilhas de dados de 1984, e as árvores plantadas, nas planilhas de 2010.

A análise da dinâmica do quantitativo arbóreo foi efetuada para a proporção de árvores em cada parcela, bem como para cada espécie com indivíduos remanescentes. Neste item foram mensurados o total de árvores remanescentes, o total de árvores removidas, o total de árvores plantadas e o saldo líquido do período, bem como as taxas anuais e periódica de remoção e plantio de árvores.

A análise da dinâmica do DAP, da altura total e da área de copa foi feita primeiramente por meio da distribuição dos dados em classes para o total de cada ano de avaliação, para cada parcela amostrada, para as principais espécies remanescentes, ou seja, aquelas com mais de 30 indivíduos arbóreos, para o incremento periódico (IP) e para o incremento periódico anual (IPA). O IP e o IPA foram obtidos pelas fórmulas representadas a seguir:

$$IP = kf - ki$$

$$IPA = \frac{kf - ki}{I}$$

Onde:

kf – DAP, altura ou área de copa em 2010;

ki – DAP, altura ou área de copa em 1984;

I – Intervalo de tempo entre 1984 e 2010, em anos.

Posteriormente, foram utilizados os valores do total de árvores remanescentes, do total de árvores removidas, do total de árvores plantadas e do saldo líquido do período, para cada classe definida, sendo estabelecidas as taxas de ingresso, incremento e remoção em cada classe por meio das fórmulas indicadas a seguir:

$$Ig = Tf - Rt$$

$$Ic = Vf - Vi$$

$$Rm = Ti - Rt$$

Onde:

Ig – Ingresso de árvores na classe, ou plantio de árvores;

Ic – Incremento, em DAP, altura ou área de copa;

Rm – Árvores removidas da classe, ou do total de 1984;

Tf – Total final de árvores, em 2010;

Ti – Total inicial de árvores, em 1984;

Rt – Total de árvores remanescentes na classe, ou do total de 1984;

Vf – Valor final do DAP, da altura ou da área de copa;

Vi – Valor inicial do DAP, da altura ou da área de copa.

A amplitude de classe adotada para o DAP foi igual a 5 cm, tendo por base os trabalhos realizados na área de manejo florestal, para a Floresta Ombrófila Mista, os quais utilizaram classes de 5 cm ou 10 cm (PIZATTO, 1999; SCHAAF, 2001; STEPKA, 2008; RODE, 2008).

Para as classes de altura foi arbitrada amplitude igual a 5 m, tendo em vista os limites médios de passagem da fiação de transmissão de energia observadas durante as coletas: baixa tensão entre 4 m – 7 m e alta tensão entre 9 m – 12 m.

Para as classes de área de copa foi arbitrada amplitude de 50 m² tendo em vista a inexistência de referências sobre esse tipo de distribuição e a amplitude dos valores encontrados que variaram entre zero e 500 m².

Em todas as distribuições de classes elaboradas foram utilizados os valores de frequência absoluta, pois se os mesmos fossem reduzidos a valores proporcionais por hectare os gráficos gerados ficariam muito disformes em virtude das grandes amplitudes de valores observados para algumas espécies, principalmente na primeira classe, em relação às classes com menor frequência de indivíduos. Os valores de frequência absoluta equivalem sempre a 375 ha para o total amostrado e 25 ha para cada parcela.

Os pares de distribuição em classes tanto do total amostrado quanto de cada parcela foram analisados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, utilizados por Rode (2008) e Valeriano (2010) para verificação da aderência entre as distribuições de classes, validando estatisticamente as diferenças observadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS PARA OS ANOS DE 1984 E 2010

4.1.1. Análise quantitativa de árvores

O total de árvores encontradas em cada parcela, de cada ano de avaliação, é apresentado na Tabela 01.

TABELA 01 – QUANTIDADE DE ÁRVORES PARA OS ANOS AVALIADOS

PARCELA	1984	2010	DIFERENÇA ABSOLUTA	DIFERENÇA RELATIVA (%)
Água Verde	554	482	-72	-13,00
Alto da XV	341	233	-108	-31,67
Bacacheri 01	295	298	3	1,02
Bacacheri 02	264	255	-9	-3,41
Bacacheri 03	110	369	259	235,45
Bigorriho	381	347	-34	-8,92
Boqueirão	28	258	230	821,43
Centro	122	78	-44	-36,07
Cristo Rei	288	334	46	15,97
Jardim Social	533	508	-25	-4,69
Mercês	346	298	-48	-13,87
Portão	277	200	-77	-27,80
Rebouças 01	111	100	-11	-9,91
Rebouças 02	398	350	-48	-12,06
Seminário	300	250	-50	-16,67
Total	4348	4360	12	0,28
Média	289,87	290,67	0,80	
CV(%)	51,89	40,68		

Fonte: O autor (2011)

Do total de parcelas reamostradas, apenas 04 apresentaram aumento no número de árvores: Bacacheri 01, Bacacheri 03, Boqueirão e Cristo Rei. O aumento verificado foi mais expressivo para duas parcelas, pois atingiu valor relativo de 235,45% para a parcela Bacacheri 03 e valor relativo de 821,43% para a parcela Boqueirão. Já as maiores proporções de redução foram observadas para as parcelas Centro (36,07%) e Alto da XV (31,07%).

A análise dos dados por meio do teste “t” demonstrou não haver diferença significativa ($p>0,05$) para a quantidade de árvores entre os anos de 1984 e 2010 (TABELA 02).

TABELA 02 – TESTE ‘T’ PARA A QUANTIDADE DE ÁRVORES

ANO DE AVALIAÇÃO	TOTAL	MÉDIA	AMPLITUDE	GL	P-VALOR
1984	4348	289,87	28 - 554	14	0,98719
2010	4360	290,67	78 - 508	14	

Legenda:
 GL = graus de liberdade;
 P-VALOR = probabilidade de igualdade entre médias;

Fonte: O autor (2011)

Apesar disso, percebe-se que houve pequena melhoria na distribuição do quantitativo de árvores entre as parcelas, conforme demonstrado pela diminuição do valor do coeficiente de variação (TABELA 01) e da amplitude do número de árvores por parcela (TABELA 02). Porém, esse fato está mais associado à remoção de árvores do que com o plantio, pois a diminuição de árvores ocorreu em 11 das 15 parcelas remedidas (TABELA 01).

O aumento bastante expressivo da quantidade de árvores para as parcelas Bacacheri 03 e Boqueirão se deve, além da baixa frequência de árvores em 1984, às condições de localização das parcelas nos dois bairros, pois ambas são atravessadas por avenidas estruturais (Marechal Floriano Peixoto e Linha Verde, antiga BR-476) que potencializaram ações de revitalização na região de influência (com plantio de árvores) e abrangem essencialmente loteamentos residenciais que podem ter favorecido a implantação da arborização de ruas. Esta influência na quantidade de árvores está relacionada ao acréscimo de árvores por meio dos plantios efetivados pela prefeitura municipal ou pela livre vontade da população. Em ambos os casos, o plantio de espécies efetivado aleatoriamente ou não correspondente ao padrão utilizado é um indicativo de plantio irregular, da mesma forma que adotado por Milano (1984) e Biondi (1985).

Constatou-se que para estas duas parcelas os plantios irregulares contribuíram expressivamente com o acréscimo elevado do quantitativo de árvores. No ano de 2010 foi observada proporção de 54,47% de plantios irregulares para a parcela Bacacheri 03 e de 48,84% para a parcela Boqueirão (TABELA 03). Para o ano de 1984 as proporções observadas foram relativamente menores. Da mesma forma que observado para as outras parcelas, isto tanto pode ser decorrente da

contribuição da população com plantios desordenados e aleatórios de espécies que não correspondem ao padrão adotado pela prefeitura quanto pode ser proveniente de plantios substitutivos efetivados pela prefeitura com a adoção de um novo padrão de espécie para a rua analisada.

TABELA 03 – CARACTERIZAÇÃO DOS PLANTIOS IRREGULARES EM 1984 E 2010

PARCELA	1984			2010			
	N	NIR	P (%)	N	NIR	P (%)	
1	Água Verde	554	94	16,97	482	189	39,21
2	Alto da XV	341	15	4,40	233	70	30,04
3	Bacacheri 01	295	38	12,88	298	72	24,16
4	Bacacheri 02	264	51	19,32	255	98	38,43
5	Bacacheri 03	110	16	14,55	369	201	54,47
6	Bigorriho	381	44	11,55	347	83	23,92
7	Boqueirão	28	8	28,57	258	126	48,84
8	Centro	122	5	4,10	78	15	19,23
9	Cristo Rei	288	58	20,14	334	143	42,81
10	Jardim Social	533	180	33,77	508	238	46,85
11	Mercês	346	62	17,92	298	86	28,86
12	Portão	277	15	5,42	200	43	21,50
13	Rebouças 01	111	2	1,80	100	6	6,00
14	Rebouças 02	398	24	6,03	350	79	22,57
15	Seminário	300	72	24,00	250	61	24,40
Total		4348	684	15,73	4360	1510	34,63
Média				14,76			31,42
CV (%)				64,49			42,11

Legenda: N (número total de árvores), NIR (número de plantios irregulares), P (proporção de NIR)

Fonte: O autor, 2011

De acordo com Silva Filho e Bortoleto (2005) e Sucomine e Sales (2010) as iniciativas particulares de plantios geram um aspecto irregular da arborização, pois introduzem espécies diferentes e muitas vezes inadequadas potencializando problemas e prejuízos. Este fato é comum em cidades brasileiras, principalmente devido à falta de planejamento e gestão da arborização de ruas, sendo observado em cidades como Sete de Setembro – RS (COLETTI; MÜLLER; WOLSKI, 2008), Uchôa – SP (STRANGHETTI; SILVA, 2010), Goiandira – GO (PIRES *et al.*, 2010) e Colorado – RS (RABER; REBELATO, 2010), porém, mesmo para cidades com arborização de ruas planejadas como Maringá – PR a ocorrência de plantios irregulares é comum (SAMPAIO; DE ANGELIS, 2008) devido à intervenção voluntária da população.

A análise dos dados por meio do teste “t” demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre as médias dos plantios irregulares dos anos de 1984 e 2010, somente ao nível de 5% de probabilidade (TABELA 04). Desta forma, fica evidente que houve intervenção sobre os plantios padrões adotados nas ruas ou

que não houve a definição desses, existindo apenas árvores plantadas aleatoriamente.

TABELA 04 – TESTE ‘T’ PARA A QUANTIDADE DE PLANTIOS IRREGULARES

ANO DE AVALIAÇÃO	TOTAL	MÉDIA	AMPLITUDE	GL	P-VALOR
1984	684	14,76	2 - 180	14	0,01411
2010	1510	31,42	6 - 238	14	

Legenda:

GL = graus de liberdade;

P-VALOR = probabilidade de igualdade entre médias;

* = diferença significativa entre médias, apenas ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: O autor (2011)

4.1.2 Florística e proporção de táxons

No inventário realizado por Milano (1984) foram encontradas 94 espécies compondo a arborização de ruas das 15 parcelas amostradas (QUADRO 01). Houve alteração no número de espécies, de 93 para 94, devido à identificação equivocada de um exemplar de *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) remanescente, o qual havia sido identificado como *Spathodea campanulata* (espatódea). A remedição das parcelas no inventário conduzido em 2010 indicou a existência de 122 espécies compondo a arborização das ruas (QUADRO 02).

NOME COMUM	NOME CIENTIFICO	FAMÍLIA
Abutilon	<i>Abutilon</i> sp.	Malvaceae
Acácia	<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	Leguminosae
Acácia-amarela	<i>Acacia podalyriifolia</i> A. Cunn. ex G. Don	Leguminosae
Monjoleiro	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Leguminosae
Acer	<i>Acer negundo</i> L.	Aceraceae
Acer	<i>Acer rubrum</i> L.	Aceraceae
Vacum	<i>Allophylus</i> sp.	Sapindaceae
Malva-da-índia	<i>Althaea rosea</i> (L.) Cav.	Malvaceae
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae
Araucária-colunar	<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb.) R. Br.	Araucariaceae
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia</i> sp.	Leguminosae
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Leguminosae
Pimenteira	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Canellaceae
Falso-barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Leguminosae
Fedegoso	<i>Cassia macranthera</i> DC. ex Collad.	Leguminosae
Pau-cigarra	<i>Cassia multijuga</i> Rich.	Leguminosae
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil	Malvaceae
Jacataúva	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae
Limoeiro	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae
Mimoseira	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
Laranjeira	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae
Criptoméria	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don	Taxodiaceae
Pinheiro-chinês	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Cupressaceae
Cipreste-português	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cupressaceae
Ipê-verde	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Bignoniaceae
Trombeteira	<i>Datura suaveolens</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	Solanaceae
Caquizeiro	<i>Diospyros</i> sp.	Ebenaceae
Orelha-de-nego	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Leguminosae

CONTINUA...

CONCLUSÃO		
NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Nêspera	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae
Corticeira	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Leguminosae
Mulungu	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Leguminosae
Eucalipto	<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	Myrtaceae
Eucalipto	<i>Eucalyptus cinerea</i> F. Muell. ex Benth.	Myrtaceae
	<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae
Pitnagueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
Leiteiro-vermelho	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Euphorbiaceae
Ficus	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Moraceae
	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Grevilha	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	Proteaceae
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae
Caroba	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Lythraceae
Extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae
Alfeneiro	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Oleaceae
Magnólia	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnoliaceae
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae
Magnólia-amarela	<i>Michelia champaca</i> L.	Magnoliaceae
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Leguminosae
Amoreira	<i>Morus alba</i> L.	Moraceae
NI	<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae
Espirradeira	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae
NI	NI (conifera)	NI
NI	NI (malvaceae)	Malvaceae
Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Leguminosae
Quiri	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	Scrophulariaceae
Abacateiro	<i>Persea gratissima</i> C.F. Gaertn.	Lauraceae
Pinos	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pinaceae
Pinos	<i>Pinus taeda</i> L.	Pinaceae
Pau-incenso	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	Pittosporaceae
Plátano	<i>Platanus</i> sp.	Platanaceae
Pinho-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Podocarpaceae
Choupo	<i>Populus</i> sp.	Salicaceae
Pessegueiro	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
Pessegueiro-bravo	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Rosaceae
	<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae
Araçazeiro	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae
Pereira	<i>Pyrus communis</i> L.	Rosaceae
Falsa-acácia	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Leguminosae
Chorão	<i>Salix caprea</i> L.	Salicaceae
Chorão	<i>Salix</i> sp.	Salicaceae
Leiteiro	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Euphorbiaceae
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Leguminosae
Branquinho	<i>Sebastiania klotzschiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg	Euphorbiaceae
Acácia-vermelha	<i>Sesbania punicea</i> (Cav.) Benth.	Leguminosae
NI	<i>Solanum</i> sp..	Solanaceae
Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Palmae
Orelha-de-onça	<i>Symplocos celastrinea</i> Mart. ex Miq.	Symplocaceae
NI	<i>Syzygium</i> sp.	Myrtaceae
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandwith	Bignoniaceae
Ipê-roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz ex Griseb.	Bignoniaceae
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Bignoniaceae
Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae
Ipê	<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae
Taxódio	<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich	Taxodiaceae
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Melastomataceae
Jacatirão	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	Melastomataceae
Quaresmeira	<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	Melastomataceae
NI	<i>Tibouchina</i> sp.	Melastomataceae
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Leguminosae

QUADRO 01 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 1984

Fonte: Adaptado de Milano (1984)

Ressalta-se que houve a correção da identificação de duas espécies que também tinham exemplares remanescentes. As espécies que sofreram correção foram: *Tabebuia roseoalba* (ipê-branco), identificada como *Erythrina*, *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), identificada como NI (palmeira).

NOME COMUM	NOME CIENTIFICO	FAMILIA
Acácia amarela	<i>Acacia podalyriifolia</i> A. Cunn. ex G. Don	Fabaceae
Acer 1	<i>Acer negundo</i> L.	Sapindaceae
Acer 2	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	Sapindaceae
Acer 3	<i>Acer rubrum</i> L.	Sapindaceae
Vacum	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Sapindaceae
Monjoleiro	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae
Ariticum-alvadio	<i>Annona neosericea</i> H.Rainer	Annonaceae
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae
Araucaria-colunar	<i>Araucaria columnaris</i> Hook.	Araucariaceae
Palmeira-real	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F. Muell.) H. Wendl. & Drude	Areaceae
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Fabaceae
Buganvillea	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Nyctaginaceae
Pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Fabaceae
Camélia	<i>Camellia japonica</i> L.	Theaceae
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Myrtaceae
Mamoeiro	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae
Carpino	<i>Carpinus japonica</i> Blume	Betulaceae
Cassia-imperial	<i>Cassia fistula</i> L.	Fabaceae
Falso-barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Fabaceae
Castanha-portuguesa	<i>Castanea sativa</i> Mill.	Fagaceae
Cedro-rosa	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae
Cedrinho 1	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray) Parl.	Cupressaceae
Cedrinho 2	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	Cupressaceae
Jacataúva	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae
Limoeiro	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae
Mimoseira	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
Laranjeira	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae
Guajuvira	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.J.Mill.	Boraginaceae
Uvarana	<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	Asparagaceae
Cotoneaster	<i>Cotoneaster franchetii</i> Bois	Rosaceae
Criptoméria	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don	Taxodiaceae
Pinheiro-chinês	<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Taxodiaceae
Cipreste-português	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cupressaceae
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae
Ipê-verde	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Bignoniaceae
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Fabaceae
Caquizeiro	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	Ebenaceae
Orelha-de-nego	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae
Nespera	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae
Corticeira	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Fabaceae
Mulungu	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Fabaceae
Eucalipto 1	<i>Eucalytus cinerea</i> F. Muell. ex Benth.	Myrtaceae
Eucalipto 2	<i>Eucalytus saligna</i> Sm.	Myrtaceae
Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Myrtaceae
Eugenia	<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	Myrtaceae
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
Figueira	<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng.	Moraceae
Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae
Falsa-seringueira	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Moraceae
Ficus-ornamental	<i>Ficus variegata</i> Blume	Moraceae
Grevilha	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	Proteaceae
Ipê-amarelo 1	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae
Ipê-amarelo 2	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	Bignoniaceae
Ipê-roxo 1	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Martius) Mattos	Bignoniaceae
Ipê-rosa	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae
Ipê-amarelo 3	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Bignoniaceae
Ipê-amarelo 4	<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Bignoniaceae
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae
Uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae
Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	Aquifoliaceae
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae
Caroba	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae
Junipero	<i>Juniperus communis</i> L.	Cupressaceae
Koeleutéria	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Sapindaceae

CONTINUA...

CONCLUSÃO		
NOME COMUM	NOME CIENTIFICO	FAMÍLIA
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Lythraceae
Extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae
Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Benth.) L.P.Queiroz	Fabaceae
Alfeneiro	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Oleaceae
Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Altingiaceae
Rabo-de-bugio	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Fabaceae
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae
Magnólia	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnoliaceae
Macieira	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Rosaceae
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae
Magnólia-amarela	<i>Michelia champaca</i> L.	Magnoliaceae
Amoreira	<i>Morus nigra</i> L.	Moraceae
Guamirim	<i>Myrcia neorostrata</i> Sobral	Myrtaceae
Capororoca	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	Myrsinaceae
Espirradeira	<i>Nerium oleaner</i> L.	Apocynaceae
Canela-guaica	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae
Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae
Abacateiro	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae
Pinos 1	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pinaceae
Pinos 2	<i>Pinus taeda</i> L.	Pinaceae
Pau-incenso	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	Pittosporaceae
Plátano	<i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.	Platanaceae
Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Podocarpaceae
Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P.Queiroz	Fabaceae
Choupo-branco	<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae
Choupo-negro	<i>Populus nigra</i> L.	Salicaceae
Cerejeira-do-japão	<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	Rosaceae
Araçazeiro	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Lythraceae
Rafiolepis	<i>Raphiolepis indica</i> (L.) Lindl. ex Ker	Rosaceae
Chorão-colunar	<i>Salix nigra</i> Marshal "Columnaris"	Salicaceae
Saboeiro	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae
Leiteiro	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae
Brassaia	<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms	Araliaceae
Aroeira-salsa	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Fabaceae
Branquilho	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	Euphorbiaceae
Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae
Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae
Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae
Jambolão	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae
Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae
Thuja	<i>Thuja occidentalis</i> L.	Cupressaceae
Queresmeira 1	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Melastomataceae
Jacatirão	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	Melastomataceae
Quaresmeira 2	<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	Melastomataceae
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Fabaceae
Tarumã	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Lamiaceae
Yuca	<i>Yucca elephantipes</i> Regel ex Trel.	Asparagaceae
Ipê-amarelo 5	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Bignoniaceae

QUADRO 02 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 2010

Fonte: O autor (2011)

Para o ano de 1984, as quinze espécies predominantes (16,13% do total de espécies) representavam 90,98% da população total amostrada (TABELA 05). Já para o ano de 2010, as quinze espécies com maior número de indivíduos (12,29%) representavam 80,87% (TABELA 06). Para a comparação das tabelas foi realizada a atualização dos nomes científicos das espécies identificadas em 1984.

A composição das principais espécies de 2010 apresentou o ingresso de quatro novas espécies na arborização de ruas: *Lafoensia pacari* (dedaleiro), *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (sibipiruna), *Hibiscus rosa-sinensis* (hibisco) e *Libidibia ferrea* var. *leiostachya* (pau-ferro). O ingresso dessas espécies na composição foi representado pelo incremento no plantio de exemplares das mesmas. Estas novas espécies são indicativos da atual gestão da arborização urbana do município que tem priorizado o uso de espécies nativas, de pequeno a grande porte, e também aquelas não arbóreas como hibisco e extremosa. Das quatro espécies apenas *L. ferrea* não foi encontrada no inventário da arborização de ruas de 1984, as demais faziam parte de plantios experimentais representados por poucos indivíduos nas parcelas amostradas.

TABELA 05 – AS QUINZE ESPÉCIES MAIS FREQUENTES PARA O ANO DE 1984

	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	NINDIV
1	Extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	1053
2	Alfeneiro	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	644
3	Acer	<i>Acer negundo</i> L.	402
4	Ipê-amarelo	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	371
5	Ipê-amarelo-miúdo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	337
6	Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	304
7	Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	245
8	Falso-barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	150
9	Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	108
10	Monjoleiro	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	89
11	Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	67
12	Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	54
13	Ipê-roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Martius) Mattos	53
14	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	41
15	Quaresmeira	<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	38

Legenda: NINDIV (número de indivíduos)

Fonte: O autor (2011)

TABELA 06 – AS QUINZE ESPÉCIES MAIS FREQUENTES PARA O ANO DE 2010

	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	NINDIV
1	Extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	705
2	Alfeneiro	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	531
3	Ipê-miúdo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	423
4	Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	277
5	Ipê-amarelo	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	272
6	Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	236
7	Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	194
8	Acer	<i>Acer negundo</i> L.	204
9	Sibipiruna	<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P. Queiroz	130
10	Falso-barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	120
11	Ipê-roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Martius) Mattos	119
12	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	87
13	Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	87
14	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	72
15	Pau-ferro	<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Benth.) L.P. Queiroz	69

Legenda: NINDIV (número de indivíduos)

Fonte: O autor (2011)

Nas Tabelas 05 e 06 observa-se que as espécies que saíram da composição principal de 1984 foram: *Anadenanthera colubrina* (monjoleiro), *Senna macranthera* (fedegoso), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá-mimoso) e *Tibouchina sellowiana* (quaresmeira). Para estas houve a redução no número de indivíduos presentes na amostragem. Tal redução pode estar relacionada ao desuso das espécies em novos plantios, muito provavelmente pelos problemas apresentados por elas: porte grande gerando conflitos com estruturas urbanas, maior susceptibilidade a pragas específicas e conseqüente declínio, baixa longevidade ou baixa qualidade de desenvolvimento nas condições de estresse da arborização de ruas. Estas observações corroboram com as afirmações de Biondi e Althaus (2005) sobre os problemas apresentados por estas espécies na arborização de ruas de Curitiba.

A redução de 10,11% na quantidade total das quinze principais espécies pode estar indicando uma leve melhoria na distribuição do número de árvores entre as espécies, evitando alta proporção para uma ou duas espécies, tal como para *Lagerstroemia indica* (extremosa) no ano de 1984.

Trabalhos conduzidos por Rossatto, Tsuboy e Frei (2008), Sampaio e De Angelis (2008), Stranghetti e Silva (2010) também constataram a concentração de maior quantidade de árvores em poucas espécies. Isto pode ser devido às restritas opções de uso em virtude das condições limitantes da estrutura urbana ou da disponibilidade de espécies potenciais previamente testadas e atestadas como adequadas à arborização de ruas, fato este já relatado como problemático por Biondi e Leal (2009) por serem incipientes as pesquisas para produção e condução de mudas para este fim.

Alta concentração de árvores em uma mesma espécie é um fator não desejável na arborização de ruas tendo em vista a maior probabilidade de susceptibilidade a pragas e doenças (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005; URBAN FORESTRY COMMISSION, 2011). Disso decorrem os impactos visuais pela perda repentina de grande quantidade de árvores ou pela necessidade de podas mais intensas com remoção de grande volume da copa para eliminação de problemas e reconformação da arquitetura típica.

A distribuição das espécies nas parcelas analisadas não foi uniforme, pois 90,43% das espécies distribuíam-se em até 08 parcelas no ano de 1984 e 84,43% distribuíam-se nesse mesmo número de parcelas no ano de 2010 (TABELA 07). A

redução proporcional observada indica que houve melhoria na distribuição das espécies, pois estão presentes em maior número de parcelas.

TABELA 07 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ENTRE AS PARCELAS ANALISADAS

1984		2010	
PROPORÇÃO (%)	OCORRÊNCIA	PROPORÇÃO (%)	OCORRÊNCIA
40,43	Apenas 01 parcela	34,43	Apenas 01 parcela
65,96	Até 03 parcelas	66,39	Até 03 parcelas
78,72	Até 05 parcelas	76,23	Até 05 parcelas
90,43	Até 08 parcelas	84,43	Até 08 parcelas

Fonte: O autor (2011)

Todavia, verificou-se uma proporção expressiva de espécies que ocorrem em apenas 01 parcela: 40,43% para o ano de 1984 e 34,43% para o ano de 2010. Este fato pode ter relação com plantios irregulares, espécies de plantios-teste, canto de amostra onde ocorre mudança do padrão da rua e espécies remanescentes que não são mais plantadas pela prefeitura municipal.

A proporção dos táxons de cada ano de avaliação foi analisada para o número de espécies, número de gêneros e número de famílias. Os quinze táxons mais frequentes são apresentados nas tabelas 08 e 09.

TABELA 08 – PROPORÇÃO DE TÁXONS PARA O ANO DE 1984

FAMÍLIA	P (%)	GÊNERO	P (%)	ESPÉCIE	P (%)
Leguminosae	18,09	Tabebuia	5,32	<i>Lagerstroemia indica</i>	24,22
Bignoniaceae	9,57	Tibouchina	4,26	<i>Ligustrum lucidum</i>	14,81
Myrtaceae	7,45	Acacia	3,19	<i>Acer negundo</i>	9,25
Malvaceae	5,32	Cassia	3,19	<i>Tabebuia alba</i>	8,53
Rosaceae	5,32	Citrus	3,19	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	7,75
Melastomataceae	4,26	Prunus	3,19	<i>Tipuana tipu</i>	6,99
Euphorbiaceae	3,19	Acer	2,13	<i>Parapiptadenia rigida</i>	5,63
Moraceae	3,19	Araucaria	2,13	<i>Cassia leptophylla</i>	3,45
Rutaceae	3,19	Erythrina	2,13	<i>Melia azedarach</i>	2,48
Salicaceae	3,19	Eucalytus	2,13	<i>Acacia polyphylla</i>	2,05
Aceraceae	2,13	Eugenia	2,13	<i>Cassia macranthera</i>	1,54
Araucariaceae	2,13	Ficus	2,13	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1,24
Cupressaceae	2,13	Jacaranda	2,13	<i>Tabebuia avellaneda</i>	1,22
Lythraceae	2,13	Pinus	2,13	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,94
Magnoliaceae	2,13	Salix	2,13	<i>Tibouchina sellowiana</i>	0,87

Legenda: P (proporção)

Fonte: Adaptado de Milano (1984)

Nos inventários do ano de 1984 e 2010 todas as famílias botânicas apresentaram proporções inferiores a 20% e os gêneros observados apresentaram proporções menores que 10%. Por outro lado, a proporção de indivíduos das

espécies *L. indica* (extremosa) e *L. lucidum* (alfeneiro) foram maiores que 10% do total, cada uma.

Pelos dados apresentados constata-se que a composição da arborização de ruas para os anos de 1984 e 2010 atendeu à proposta de Santamour (1990) quanto à proporção máxima dos táxons família e gênero. Porém, em ambos os anos de avaliação a proporção de duas espécies (*L. indica* e *L. lucidum*) extrapolou o limite máximo sugerido por Santamour (1990) e Grey e Denecke (1986).

TABELA 09 – PROPORÇÃO DE TÁXONS PARA O ANO DE 2010

FAMÍLIA	P (%)	GÊNERO	P (%)	ESPÉCIE	P (%)
Fabaceae	16,39	Handroanthus	4,92	<i>Lagerstroemia indica</i>	16,17
Bignoniaceae	10,66	Ficus	3,28	<i>Ligustrum lucidum</i>	12,18
Myrtaceae	8,19	Acer	2,46	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	9,70
Cupressaceae	4,92	Citrus	2,46	<i>Tipuana tipu</i>	6,35
Sapindaceae	4,92	Eugenia	2,46	<i>Handroanthus albus</i>	6,24
Moraceae	4,10	Tibouchina	2,46	<i>Lafoensia pacari</i>	5,41
Rosaceae	4,10	Araucaria	1,64	<i>Acer negundo</i>	4,68
Anacardiaceae	2,46	Cassia	1,64	<i>Parapiptadenia rigida</i>	4,45
Lythraceae	2,46	Chamaecyparis	1,64	<i>Poincianella pluviosa</i>	2,98
Malvaceae	2,46	Cupressus	1,64	<i>Cassia leptophylla</i>	2,75
Melastomataceae	2,46	Erythrina	1,64	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	2,73
Rutaceae	2,46	Eucalytus	1,64	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2,00
Salicaceae	2,46	Jacaranda	1,64	<i>Melia azedarach</i>	2,00
Araucariaceae	1,64	Pinus	1,64	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1,65
Areaceae	1,64	Populus	1,64	<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i>	1,58

Legenda: P (proporção)

Fonte: O autor, 2011

As proporções dos três táxons reduziram de 1984 para 2010. Esta redução está associada principalmente à maior diversificação de espécies encontradas no inventário de 2010, mas também às alterações de nomenclatura e enquadramento das espécies nas famílias botânicas atualmente descritas.

As três famílias mais freqüentes (Fabaceae, Bignoniaceae e Myrtaceae) foram iguais para os anos de 1984 e 2010. Atente-se que para a família Leguminosae houve mudança na nomenclatura, correspondendo à família Fabaceae. Os trabalhos conduzidos por Coltro e Miranda (2007), Coletto, Müller e Wolski (2008), Stranghetti e Silva (2010), também encontraram as famílias relatadas como as mais freqüentes em suas pesquisas.

Quanto à proporção dos gêneros apenas aquele relacionado aos ipês (gênero *Handroanthus*) manteve-se como o mais freqüente. Isto foi dependente da atualização da nomenclatura das espécies, além da remoção de indivíduos arbóreos e da descontinuidade no plantio de espécies do gênero. Os trabalhos de Bortoleto

(2004), Coltro e Miranda (2007) e Sampaio e De Angelis (2008) também encontraram este gênero dentre os mais freqüentes.

Dentre os principais gêneros, aqueles relativos a espécies com crescimento ortotrópico monopodial como *Araucaria angustifolia* e *Cupressus sempervirens*, além de outras espécies como as do gênero *Eucalyptus*, são inadequadas às condições da arborização de ruas, pois devido às características de grande porte podem atingir valores de altura maior que 35,0m. Porém, a presença dessas espécies é marcada por poucos indivíduos arbóreos nos dois anos de avaliação.

As três espécies com maior freqüência e proporção foram *Lagerstroemia indica* (extremosa), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro) e *Acer negundo* (acer) para o ano de 1984. Já para ano de 2010 houve repetição para as duas primeiras, com a mudança de *A. negundo* para *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo) (TABELAS 08 e 09).

Extremosa e alfeneiro são comuns dentre as principais espécies da arborização de ruas nos Estados do Sul do Brasil, tendo sido observadas em avaliações de cidades como Pato Branco – PR (SILVA *et al.*, 2007), Irati – PR (COLTRO; MIRANDA, 2007), Sete de Setembro – RS (COLETTI; MÜLLER; WOLSKI, 2008), São José do Cerrito – SC (PINHEIRO *et al.*, 2009), Frederico Westphalen - RS (BAAL; MANTOVANI, 2010), Guatambu - SC (BOHNER *et al.*, 2010) e Santo Antônio da Patrulha – RS (BORBA; FALKOSKI; SILVA, 2010).

Atualmente as três espécies que passaram a fazer parte da listagem das 15 espécies mais freqüentes (*P. pluviosa*, *H. rosa-sinensis* e *L. ferrea*) têm sido opções corriqueiras para a arborização de ruas da cidade de Curitiba. No caso de *P. pluviosa* e *L. ferrea* isto se deve à adaptabilidade das mesmas às condições urbanas, atestadas por meio de plantios antigos. Já para o *H. rosa-sinensis* deve-se ao efeito estético proporcionado pelo longo período de floração e pequeno porte da espécie, útil para calçadas de pequenas dimensões e atingidas pela passagem de fiação aérea, apesar de ser um arbusto e requerer maior cuidado com tutoramento e manutenção mais intensa para eliminação de brotações adventícias na base do tronco que podem atrapalhar o trânsito de pedestres. Para *P. pluviosa*, Milano (1984) havia recomendado o incremento dos plantios, por ser uma espécie promissora, tendo em vista suas características morfológicas e de resistência a pragas.

Da listagem apresentada na Tabela 09, observa-se que apenas uma espécie (*L. pacari*) apresentou aumento proporcional entre 1984 e 2010 corroborando com

as recomendações para incremento nos plantios propostas por Milano (1984). Entretanto, para as demais espécies recomendadas (*P. rigida*, *T. tipu*, *M. azedarach*, *C. leptophylla*) houve redução nas proporções de plantio, possivelmente devido aos problemas constatados ao longo dos anos e principalmente atualmente, tais como: incompatibilidade dos indivíduos adultos com algumas estruturas urbanas (calçadas pequenas, edifícios próximos, etc.), susceptibilidade a pragas e doenças que alteram a arquitetura típica da espécie e/ou sua condição de estabilidade estrutural, maiores custos de manutenção, princípios tóxicos ou caráter invasor.

Ressalta-se que dentre as espécies indicadas por Milano (1984) para redução na proporção de indivíduos plantados (*L. indica*, *H. chrysotrichus*, *H. albus* e *H. heptaphyllus*) devido a problemas constatados na avaliação realizada, apenas para duas espécies foi observada redução na proporção de plantios: *L. indica* e *H. albus*. De acordo com Milano (1984), isto deveria ocorrer em face da susceptibilidade das mesmas a doenças específicas, tendo por consequência maiores custos de manutenção, redução do efeito estético e das condições de sombreamento. Para as espécies *H. chrysotrichus* e *H. heptaphyllus* foi observado aumento proporcional, sendo as duas opções usuais da prefeitura municipal para plantios na arborização de ruas e praças.

4.1.3 Índices de diversidade

Para análise geral da diversidade da arborização de ruas e de suas mudanças foram utilizados quatro tipos de índice: Diversidade de Shannon-Weaver, Riqueza de Odum, Equitabilidade de Pielou e Similaridade de Jaccard.

Para os dois inventários conduzidos foram obtidos valores para o índice de diversidade de Shannon-Weaver, para cada amostra e para o total, conforme apresentado na Tabela 10.

Em 1984 os valores deste índice variaram entre 0,49 para a parcela Rebouças 01 e 2,51 para a parcela Jardim Social, sendo que para o total amostrado foi obtido valor igual a 2,71. Para o ano de 2010, os valores foram maiores e variaram entre 1,16 para a parcela Rebouças 01 e 3,18 para a parcela Bacacheri 03, sendo que para o total amostrado foi obtido valor igual a 3,24.

Os valores apresentados para o total de cada ano de avaliação divergem pouco daqueles obtidos em outros trabalhos realizados para arborização de ruas,

porém quando considerados os valores de cada parcela as divergências acentuam-se. Silva Filho e Bortoleto (2005) encontraram valores entre 3,01 e 3,86 para os setores definidos após censo da arborização de ruas da cidade de Águas de São Pedro-SP. Meneghetti (2003) encontrou valores entre 1,96 e 2,61 para os estratos definidos para a cidade de Santos e de 2,63 para o total amostrado. As variações nos valores obtidos refletem as características da gestão da arborização de ruas das cidades, pelas diferenças na quantidade de espécies e de indivíduos arbóreos plantados, e podem ser resultantes da metodologia adotada para a coleta de dados, incluindo-se além das espécies arbóreas as arbustivas, e do processo e do método de inventário executado.

Embora seja uma situação distinta, é interessante destacar que o valor do índice de diversidade obtido para 2010 é semelhante ao obtido por Rode (2008) que trata de experimento correspondente a um povoamento de araucária submetido a manejo e posterior abandono, mas com regeneração de espécies nativas diversas no sub-bosque. No experimento conduzido o autor obteve valor igual a 3,17.

TABELA 10 – ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANONN-WEAVER PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010

PARCELA	1984	2010	DIFERENÇA (%)
1 Ague Verde	2,03	2,55	25,62
2 Alto da XV	1,63	2,05	25,77
3 Bacacheri 01	1,01	1,72	70,30
4 Bacacheri 02	1,68	2,31	37,50
5 Bacacheri 03	1,55	3,18	105,16
6 Bigorrião	1,61	2,38	47,83
7 Boqueirão	0,71	2,50	252,11
8 Centro	0,86	2,18	153,49
9 Cristo Rei	2,15	2,67	24,19
10 Jardim Social	2,51	2,71	7,97
11 Mercês	1,75	2,04	16,57
12 Portão	1,54	2,02	31,17
13 Rebouças 01	0,49	1,16	136,73
14 Rebouças 02	1,39	1,96	41,01
15 Seminário	2,04	2,11	3,43
Total	2,71	3,24	19,56

Fonte: O autor (2011)

As diferenças observadas na Tabela 10 indicam que houve aumento no valor do índice de diversidade para todas as parcelas entre os períodos, porém de forma mais evidente para as parcelas 5, 7 e 8. A significância dessa mudança, analisada mediante comparação dos valores pelo teste de Hutcheson (1970), é apresentada na Tabela 11.

O teste de comparação revelou que houve diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para 12 parcelas, das 15 analisadas. As parcelas Jardim Social e Mercês, apresentaram diferenças significativas somente ao nível de 5% de probabilidade e a parcela Seminário não apresentou diferença significativa entre os anos de avaliação.

TABELA 11 – COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE SHANNON-WEAVER ENTRE CADA PARCELA E ENTRE OS TOTAIS DE 1984 E 2010

PARCELA	TOTAL DE ESPÉCIES		GL	'T' CALC	
	1984	2010			
1	Água Verde	35	39	1032	5,547**
2	Alto da XV	12	22	420	4,922**
3	Bacacheri 01	22	24	593	5,251**
4	Bacacheri 02	26	35	519	4,844**
5	Bacacheri 03	11	57	257	15,563**
6	Bigorriho	23	37	718	7,215**
7	Boqueirão	3	30	49	11,654**
8	Centro	7	13	199	9,268**
9	Cristo Rei	24	41	619	5,261**
10	Jardim Social	44	54	1028	2,073*
11	Mercês	26	33	626	2,283*
12	Portão	14	23	364	4,512**
13	Rebouças 01	5	9	203	4,631**
14	Rebouças 02	19	29	717	5,299**
15	Seminário	44	24	547	0,494 ^{ns}
Total		94	122	8708	17,678**

Legenda:

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns = não significativo;

GL = graus de liberdade;

'T' CALC = valor calculado do teste 't'.

Fonte: O autor (2011)

Essa mudança na diversidade de espécies deve-se ao aumento no número de espécies compondo a arborização das ruas avaliadas, tal como para as parcelas Bacacheri 03 e Boqueirão que apresentaram aumento expressivo no valor do índice de diversidade e na quantidade de árvores. Esse aumento pode ser representado por espécies plantadas irregularmente, mas também pela melhor distribuição do quantitativo arbóreo entre as espécies durante a implantação ou manejo da arborização das ruas.

A análise da riqueza de espécies foi realizada com o índice de Odum estando os resultados apresentados na Tabela 12. Os valores obtidos para o índice, em 1984, variaram entre 0,90 para a parcela Boqueirão e 7,01 para a parcela Jardim Social, sendo constatado o valor igual a 11,22 para o total amostrado. Em relação a

2010, os valores variaram entre 1,95 para a parcela Rebouças 01 e 9,64 para a parcela Bacacheri 03, com valor observado para o total amostrado igual a 14,56.

TABELA 12 – ÍNDICE DE RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ODUM PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010

PARCELA	1984			2010			DIFER (%)
	NSPP	NINDIV	ODUM	NSPP	NINDIV	ODUM	
Água Verde	35	554	5,54	39	482	6,31	13,90
Alto da XV	12	341	2,06	22	233	4,04	96,12
Bacacheri 01	22	295	3,87	24	298	4,21	8,79
Bacacheri 02	26	264	4,66	35	255	6,32	35,62
Bacacheri 03	11	110	2,34	57	369	9,64	311,97
Bigorrião	23	381	3,87	37	347	6,33	63,57
Boqueirão	3	28	0,90	30	258	5,40	500,00
Centro	7	122	1,46	13	78	2,98	104,11
Cristo Rei	24	288	4,24	41	334	7,06	66,51
Jardim Social	44	533	7,01	54	508	8,67	23,68
Mercês	26	346	4,45	33	298	5,79	30,11
Portão	14	277	2,49	23	200	4,34	74,30
Rebouças 01	5	111	1,06	9	100	1,95	83,96
Rebouças 02	19	398	3,17	29	350	4,95	56,15
Seminário	44	300	7,71	24	250	4,35	-43,58
Total	94	4348	11,22	122	4360	14,56	31,17

Legenda:

NSPP = número de espécies;

NINDIV = número de indivíduos;

DIFER = proporção de diferença entre períodos, em relação ao ano de 1984;

ODUM = índice de riqueza de espécies de Odum

Fonte: O autor (2011)

Mesmo havendo diminuição no quantitativo de árvores houve aumento nos valores do índice de riqueza entre 1984 e 2010, tanto para o total amostrado quanto para cada parcela. Isto ocorreu devido ao aumento no número de espécies observado em 14 parcelas avaliadas, porém de forma mais expressiva para as parcelas Bacacheri 03, Boqueirão e Centro. A exceção ocorrida para a parcela Seminário com a diminuição do valor do índice deve-se à diminuição conjunta do quantitativo de árvores e do número de espécies.

Os valores observados nos dois inventários são inferiores ao observado por Bortoleto (2004) na cidade de Águas de São Pedro, da mesma forma que ocorreu para o índice de diversidade. Isto se deve em parte ao tipo de inventário executado (se censo ou amostragem) e à metodologia adotada com inclusão ou não de toda e qualquer espécie arbustiva encontrada.

De acordo com Bortoleto (2004), a maior riqueza de espécies constatada na arborização de ruas pode não garantir as funções estéticas esperadas. Isto se deve ao plantio irregular de árvores pela população não correspondendo ao padrão da rua e a uma composição paisagística desejável. No trabalho em pauta observou-se que

o aumento do valor do índice de riqueza entre 1984 e 2010 está mais associado ao aumento no número de plantios irregulares.

Na comparação entre os anos de 1984 e 2010 notou-se que há uma tendência de maior riqueza com aumento no número de espécies observadas, porém representada pela menor proporção de espécies com poucos indivíduos plantados (TABELA 13).

TABELA 13 – ESPÉCIES COM MENOS DE 10 INDIVÍDUOS ARBÓREOS PLANTADOS NA ARBORIZAÇÃO DAS RUAS AVALIADAS EM 1984 E 2010

ANO	ÍNDICE DE ODUM	TOTAL		PROPORÇÃO(%)
		ESPÉCIES	INDIVÍDUOS	
1984	11,10	68	94	72,34
2010	14,56	84	122	68,85

Fonte: O autor, 2011

A equitabilidade de espécies, obtida por meio do índice de Pielou, foi analisada para o total de cada inventário e para cada parcela. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 14.

TABELA 14 – ÍNDICE DE EQUITABILIDADE DE PIELOU PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010

PARCELA	1984			2010			DIFER (%)
	NSPP	NINDIV	J'	NSPP	NINDIV	J'	
Água Verde	35	554	0,57	39	482	0,69	21,05
Alto da XV	12	341	0,66	22	233	0,67	1,52
Bacacheri 01	22	295	0,33	24	298	0,54	63,64
Bacacheri 02	26	264	0,51	35	255	0,65	27,45
Bacacheri 03	11	110	0,65	57	369	0,79	21,54
Bigorrião	23	381	0,51	37	347	0,66	29,41
Boqueirão	3	28	0,64	30	258	0,74	15,63
Centro	7	122	0,44	13	78	0,85	93,18
Cristo Rei	24	288	0,68	41	334	0,72	5,88
Jardim Social	44	533	0,67	54	508	0,68	1,49
Mercês	26	346	0,54	33	298	0,58	7,41
Portão	14	277	0,58	23	200	0,64	10,34
Rebouças 01	5	111	0,31	9	100	0,53	70,97
Rebouças 02	19	398	0,49	29	350	0,58	18,37
Seminário	44	300	0,54	24	250	0,66	22,22
Total	94	4348	0,59	122	4360	0,67	13,56

Legenda:

NSPP = número de espécies;

NINDIV = número de indivíduos;

DIFER = proporção de diferença entre períodos, em relação ao ano de 1984;

J' = índice de equitabilidade de Pielou.

Fonte: O autor (2011)

Para o ano de 1984 os valores encontrados variaram entre 0,31 para a parcela Rebouças 01 e 0,68 para a parcela Cristo Rei, sendo para o total amostrado

igual a 0,59. Já para o ano de 2010 foram obtidos valores entre 0,53 para a parcela Rebouças 01 e 0,85 para a parcela Centro, com valor para o total amostrado igual a 0,67.

Os valores observados para as parcelas amostradas, de ambos os anos de avaliação, são inferiores aos encontrados por Rode (2008). No estudo conduzido pelo autor os valores do índice de Pielou foram igual a 0,72 para um povoamento de araucária manejado, mas com regeneração de espécies nativas diversas no sub-bosque, e 0,76 para um remanescente da Floresta Ombrófila Mista.

Mesmo tendo havido aumento nos valores do índice para todas as parcelas e para o total, os valores obtidos para os anos de 1984 e 2010, em relação ao estudo de Rode (2008), sugerem que, para as condições da arborização de ruas, menor é a uniformidade de distribuição de indivíduos entre as espécies. Mesmo assim, constatou-se que houve expressiva melhoria na equitabilidade para as parcelas Bacacheri 01, Centro e Rebouças 01.

No caso da arborização de ruas, valores aproximados a 0,50 seriam mais interessantes por expressarem melhor correlação entre a uniformidade de indivíduos entre as espécies presentes nas ruas e a diversidade de espécies na arborização analisada. A uniformidade e a diversidade são dois fatores que se buscam no planejamento, na implantação e na condução da arborização de ruas, possibilitando conciliar o melhor manejo com a melhor qualidade ambiental.

A análise da correlação entre os índices de diversidade, de riqueza e de equitabilidade para as parcelas amostradas, em cada ano de avaliação (TABELA 15) mostra a alta correlação positiva entre os valores obtidos para a diversidade e a riqueza de espécies, com valor igual 0,82. Isto se deve à correspondência entre as formulações dos índices, pois enaltecem a mistura de espécies em detrimento à concentração dos dados em poucas espécies.

TABELA 15 – CORRELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE DIVERSIDADE, RIQUEZA E EQUITABILIDADE

ÍNDICE \ ÍNDICE	1984			2010		
	H'	d1	J'	H'	d1	J'
H'	1			1		
d1	0,82	1		0,89	1	
J'	0,63	0,20	1	0,72	0,35	1

Legenda:

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver;

d1 = índice de riqueza de Odum;

J' = índice de equitabilidade de Pielou.

Fonte: O autor (2011)

Por outro lado, a baixa correlação positiva entre o índice de equitabilidade e a riqueza de espécies (valor igual 0,20) reflete o contraste entre os índices, pois a riqueza não é sinônimo de uniformidade de distribuição dos indivíduos arbóreos. Porém, o leve aumento da relação entre riqueza e equitabilidade para o ano de 2010 (valor igual a 0,35) sugere uma situação mais ideal para a arborização de ruas, pois demonstra uma leve tendência na harmonização entre a mistura e a uniformidade de espécies.

A similaridade de espécies entre os dois inventários, analisada pelo índice de Jaccard, é apresentada na Tabela 16. A análise deste coeficiente demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para o total amostrado de cada ano de avaliação e para treze das quinze parcelas amostradas. Isto demonstra que em termos gerais manteve-se a mesma composição de espécies na arborização de ruas dessas parcelas.

TABELA 16 – ÍNDICE DE JACCARD PARA OS INVENTÁRIOS DE 1984 E 2010

PARCELA	EU 84	EU 10	EC	JACCARD	N	VC
Água Verde	13	17	22	0,423**	8	- 0,8750
Alto da XV	4	14	8	0,308**	10	- 0,8000
Bacacheri 01	11	13	11	0,314**	13	0,0000 - 0,6923
Bacacheri 02	16	25	10	0,196**	31	0,1290 - 0,5806
Bacacheri 03	3	49	8	0,133 ^{ns}	44	0,1591 - 0,5227
Bigorrião	6	20	17	0,395**	9	-
Boqueirão	1	28	2	0,065 ^{ns}	27	0,1111 - 0,5926
Centro	2	7	5	0,357**	4	-
Cristo Rei	10	27	14	0,275**	23	0,0870 - 0,6087
Jardim Social	17	27	27	0,380**	17	0,0588 - 0,6471
Mercês	7	14	19	0,475**	2	-
Portão	6	15	8	0,276**	13	0,0000 - 0,6923
Rebouças 01	2	6	3	0,273**	5	-
Rebouças 02	7	18	11	0,306**	14	0,0000 - 0,7143
Seminário	28	7	17	0,327**	18	0,0556 - 0,6667
Total	27	56	66	0,443**	17	0,0588 - 0,6471

Legenda:

EU 84 = espécies únicas de 1984;

EU 10 = espécies únicas de 2010;

EC = espécies em comum;

JACCARD = índice de similaridade de Jaccard;

N = número espécies presentes em qualquer inventário, de acordo com Real (1999);

VC = valor crítico da similaridade ao nível de 1% de probabilidade de acordo com Real (1999);

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade;

ns = não significativo.

Fonte: O autor, 2011

A inexistência de significância estatística para as parcelas Bacacheri 03 e Boqueirão demonstra a dissimilaridade entre os pares de parcelas dos anos de 1984 e 2010. Isto posto, devido ao aumento expressivo na quantidade de árvores e no valor do índice de diversidade, representado pelas maiores diferenças proporcionais.

Este fato explica a caracterização dos dois pares de parcelas como de padrão de composição diferentes, ao contrário dos demais pares de parcelas que mantiveram o mesmo padrão de composição de espécies no intervalo de 26 anos entre as duas avaliações.

Apesar da análise da diversidade de espécies ter demonstrado aumento nos valores dos índices, com diferenças estatisticamente significativas, há necessidade de detalhar a composição dessa diversidade, não só em termos quantitativos, mas qualitativos também. Para isso é necessário separar as espécies que pertencem ao ecossistema nativo de Curitiba, considerando apenas a Floresta Ombrófila Mista, daquelas oriundas de outros ecossistemas brasileiros ou de outros países. Isto se justifica por conta do crescente interesse da sociedade civil e dos órgãos ambientais pela valorização e manutenção da biodiversidade local. No caso da arborização urbana, Biondi e Leal (2008) enaltecem a necessidade de investimento em pesquisas e na utilização de espécies nativas na composição da arborização de praças, parques e ruas. A exemplo disso cita-se a cidade de Curitiba com seu “Programa Biocidade” que visa, dentre outros objetivos, o estudo e a introdução de espécies nativas nos parques, praças e jardins da cidade (BIOCIDADE, 2011).

A descrição da origem das espécies amostradas nos anos de 1984 e 2010 é apresentada nos Quadros 03 e 04 e a análise da composição das espécies, entre nativas e exóticas, é apresentada na Tabela 17.

NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM
<i>Abutilon</i> SP	Nd	<i>Magnolia grandiflora</i>	Ex
<i>Acacia mearnsii</i>	Ex	<i>Melia azedarach</i>	Ex
<i>Acacia podalyriifolia</i>	Ex	<i>Michelia champaca</i>	Ex
<i>Acacia polyphylla</i>	Nt	<i>Mimosa scabrella</i>	Nc
<i>Acer negundo</i>	Ex	<i>Morus alba</i>	Ex
<i>Acer rubrum</i>	Ex	<i>Myrcia</i> sp	Nd
<i>Allophylus</i> sp	Nc	<i>Nerium oleander</i>	Ex
<i>Althaea rosea</i>	Ex	NI (conífera)	Ex
<i>Araucaria angustifolia</i>	Nc	NI (Malvaceae)	Nd
<i>Araucaria excelsa</i>	Ex	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Nc
<i>Bauhinia</i> SP	Ex	<i>Paulownia tomentosa</i>	Ex
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Nt	<i>Persea gratissima</i>	Ex
<i>Capsicodendron dinisii</i>	Nc	<i>Pinus elliottii</i>	Ex
<i>Cassia leptophylla</i>	Nt	<i>Pinus taeda</i>	Ex
<i>Cassia macranthera</i>	Nt	<i>Pittosporum undulatum</i>	Ex
<i>Cassia multijuga</i>	Nc	<i>Platanus</i> sp	Ex
<i>Cedrela fissilis</i>	Nc	<i>Podocarpus lambertii</i>	Nc
<i>Chorisia speciosa</i>	Nc	<i>Populus</i> sp	Ex
<i>Citharexylum myrianthum</i>	Nt	<i>Prunus persica</i>	Ex
<i>Citrus limon</i>	Ex	<i>Prunus sellowii</i>	Nc
<i>Citrus reticulata</i>	Ex	<i>Prunus</i> sp	Nc
<i>Citrus sinensis</i>	Ex	<i>Psidium cattleianum</i>	Nc

CONTINUA...

		CONCLUSÃO	
NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM
<i>Cryptomeria japonica</i>	Ex	<i>Pyrus communis</i>	Ex
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Ex	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Ex
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ex	<i>Salix caprea</i>	Ex
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	Nt	<i>Salix</i> sp	Ex
<i>Datura suaveolens</i>	Nc	<i>Sapium gladulatum</i>	Nc
<i>Diospyros</i> sp	Ex	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Nc
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Nt	<i>Schizolobium parahyba</i>	Nt
<i>Eriobotrya japonica</i>	Ex	<i>Sebastiania klotzschiana</i>	Nc
<i>Erythrina falcata</i>	Nc	<i>Sesbania punicea</i>	Nt
<i>Erythrina speciosa</i>	Nt	<i>Solanum</i> sp	Nd
<i>Eucalyptus viminalis</i>	Ex	<i>Spathodea campanulata</i>	Ex
<i>Eucalytus cinerea</i>	Ex	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Nt
<i>Eugenia</i> SP	Nt	<i>Symplocos celastrinea</i>	Ex
<i>Eugenia uniflora</i>	Nc	<i>Syzygium</i> sp	Ex
<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Ex	<i>Tabebuia alba</i>	Nc
<i>Ficus elastica</i>	Ex	<i>Tabebuia avellanedae</i>	Nt
<i>Ficus</i> SP	Nd	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Nc
<i>Grevillea robusta</i>	Ex	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Nt
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Ex	<i>Tabebuia</i> sp	Nd
<i>Hovenia dulcis</i>	Ex	<i>Taxodium distichum</i>	Ex
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Ex	<i>Tibouchina granulosa.</i>	Nt
<i>Jacaranda puberula</i>	Nc	<i>Tibouchina pulchra</i>	Nt
<i>Lafoensia pacari</i>	Nc	<i>Tibouchina sellowiana</i>	Nc
<i>Lagerstroemia indica</i>	Ex	<i>Tibouchina</i> sp	Nd
<i>Ligustrum lucidum</i>	Ex	<i>Tipuana tipu</i>	Ex

QUADRO 03 - ORIGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 1984

Legenda:

Ex = exótica;

Nc = Nativa de Curitiba, Floresta Ombrófila Mista;

Nt = Nativa de outros ecossistemas do Brasil.

Fonte: O autor, 2011

NOME CIENTÍFICO	ORIGEM	NOME CIENTÍFICO	ORIGEM
<i>Acacia podalyriifolia</i>	Ex	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Ex
<i>Acer negundo</i>	Ex	<i>Jacaranda puberula</i>	Nc
<i>Acer palmatum</i>	Ex	<i>Juniperus communis</i>	Ex
<i>Acer rubrum</i>	Ex	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Ex
<i>Allophylus edulis</i>	Nc	<i>Lafoensia pacari</i>	Nc
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Nt	<i>Lagerstroemia indica</i>	Ex
<i>Annona neosericea</i>	Nt	<i>Leucaena leucocephala</i>	Ex
<i>Araucaria angustifolia</i>	Nc	<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i>	Nt
<i>Araucaria columnaris</i>	Ex	<i>Ligustrum lucidum</i>	Ex
<i>Archontophoenix alexandrae</i>	Ex	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Ex
<i>Bauhinia variegata</i>	Ex	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Nt
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Ex	<i>Luehea divaricata</i>	Nc
<i>Caesalpinia echinata</i>	Nt	<i>Magnolia grandiflora</i>	Ex
<i>Camellia japônica</i>	Ex	<i>Malus domestica</i>	Ex
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Nc	<i>Mangifera indica</i>	Ex
<i>Carica papaya</i>	Ex	<i>Melia azedarach</i>	Ex
<i>Carpinus japonica</i>	Ex	<i>Michelia champaca</i>	Ex
<i>Cassia fistula</i>	Ex	<i>Morus nigra</i>	Ex
<i>Cassia leptophylla</i>	Nt	<i>Myrcia neorostrata</i>	Nc
<i>Castanea sativa</i>	Ex	<i>Myrsine coriaceae</i>	Nc
<i>Cedrela fissilis</i>	Nc	<i>Nerium oleaner</i>	Ex
<i>Ceiba speciosa</i>	Nc	<i>Ocotea puberula</i>	Nc
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Ex	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Nt
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Ex	<i>Peltophorum dubium</i>	Nt

CONTINUA...

CONCLUSÃO

Nome científico	Origem	Nome científico	Origem
<i>Citharexylum myrianthum</i>	Nt	<i>Persea americana</i>	Ex
<i>Citrus limon</i>	Ex	<i>Pinus caribaea</i>	Ex
<i>Citrus reticulata</i>	Ex	<i>Pinus taeda</i>	Ex
<i>Citrus sinensis</i>	Ex	<i>Pittosporum undulatum</i>	Ex
<i>Cordia americana</i>	Nt	<i>Platanus acerifolia</i>	Ex
<i>Cordyline spectabilis</i>	Nc	<i>Podocarpus lambertii</i>	Nc
<i>Cotoneaster franchetii</i>	Ex	<i>Poincianella pluviosa</i>	Nt
<i>Cryptomeria japonica</i>	Ex	<i>Populus alba</i>	Ex
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Ex	<i>Populus nigra</i>	Ex
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ex	<i>Prunus serrulata</i>	Ex
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ex	<i>Psidium cattleianum</i>	Nc
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Nt	<i>Psidium guajava</i>	Ex
<i>Delonix regia</i>	Nt	<i>Punica granatum</i>	Ex
<i>Diospyros kaki</i>	Ex	<i>Rhaphiolepis indica</i>	Ex
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Nt	<i>Salix nigra</i> Marshal	Ex
<i>Eriobotrya japonica</i>	Ex	<i>Sapindus saponaria</i>	Nt
<i>Erythrina falcata</i>	Nc	<i>Sapium glandulosum</i>	Nc
<i>Erythrina speciosa</i>	Nt	<i>Schefflera actinophylla</i>	Ex
<i>Eucalyptus cinerea</i>	Ex	<i>Schinus molle</i>	Nt
<i>Eucalyptus saligna</i>	Ex	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Nc
<i>Eugenia involucrata</i>	Nc	<i>Schizolobium parahyba</i>	Nt
<i>Eugenia pluriflora</i>	Nc	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Nc
<i>Eugenia uniflora</i>	Nc	<i>Senna macranthera</i>	Nt
<i>Ficus adhatodifolia</i>	Nc	<i>Senna multijuga</i>	Nc
<i>Ficus benjamina</i>	Ex	<i>Spathodea campanulata</i>	Ex
<i>Ficus elastica</i>	Ex	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Nc
<i>Ficus variegata</i>	Ex	<i>Syzygium cumini</i>	Ex
<i>Grevillea robusta</i>	Ex	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Nt
<i>Handroanthus albus</i>	Nc	<i>Tecoma stans</i>	Ex
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Nc	<i>Thuja occidentalis</i>	Ex
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Nc	<i>Tibouchina granulosa</i>	Nt
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Nt	<i>Tibouchina pulchra</i>	Nt
<i>Handroanthus serratifolius</i>	Nt	<i>Tibouchina sellowiana</i>	Nc
<i>Handroanthus umbellatus</i>	Nc	<i>Tipuana tipu</i>	Ex
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Ex	<i>Vitex megapotamica</i>	Nc
<i>Hovenia dulcis</i>	Ex	<i>Yucca elephantipes</i>	Ex
<i>Ilex paraguariensis</i>	Nc	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Nt

QUADRO 04 - ORIGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 2010

Legenda:

Ex = exótica;

Nc = Nativa de Curitiba, Floresta Ombrófila Mista;

Nt = Nativa de outros ecossistemas do Brasil.

Fonte: O autor (2011)

TABELA 17 - ORIGEM DAS ESPÉCIES AMOSTRADAS EM 1984 E 2010

ORIGEM	1984		2010	
	TOTAL	P(%)	TOTAL	P(%)
Exóticas	48	51,06	66	54,10
Nativas de Curitiba	23	24,47	31	25,41
Nativas do Brasil	16	17,02	25	20,49
Não determinadas	7	7,45	0	0

Legenda: P (proporção)

Fonte: O autor (2011)

A Tabela 17 demonstra que apesar do aumento no número de espécies para cada tipo de origem, as proporções mantiveram-se aproximadas, mesmo havendo apenas 66 espécies (54,10%) em comum entre as avaliações de 1984 e 2010 (TABELA 16). As novas espécies encontradas no inventário de 2010 representam 45,91% (56 espécies) do total amostrado e estão distribuídas nas seguintes proporções: 58,93% exóticas (33 espécies), 21,43% nativas de Curitiba (12 espécies) e 19,64% nativas do Brasil (11 espécies).

Levando-se em conta as afirmações de Biondi e Leal (2008) de que espécies exóticas também são aquelas espécies movidas de um ecossistema para outro dentro de um país, a proporção para o total de espécies exóticas presentes em 2010 se torna igual a 74,59% (91 espécies). Então, para o caso das espécies presentes apenas em 2010, a proporção de espécies exóticas fica igual a 78,57% (44 espécies). Portanto, constata-se que houve um aumento líquido de 47 espécies exóticas entre os anos de 1984 e 2010. Devido à baixa frequência de indivíduos arbóreos dessas espécies assume-se que as mesmas provêm apenas de plantios irregulares.

Tal como constatado neste trabalho, é comum a utilização de espécies exóticas na arborização de ruas das cidades brasileiras. Trabalhos como os de Andrade (2002), Bortoleto (2004), Coletto, Müller e Wolski (2008), Calixto Junior, Santana e Lira Filho (2009), Pires *et al.* (2010), Stranghetti e Silva (2010) também relataram grandes proporções dessa categoria nas cidades analisadas. Segundo Biondi, Leal e Cobalchini (2007) a constatação usual de espécies exóticas na arborização urbana deve-se à falta de conhecimento para maior utilização de espécies nativas, principalmente com relação ao comportamento das espécies no meio urbano e às características de produção das mudas.

Do total de 31 espécies nativas de Curitiba encontradas em 2010, apenas 12 delas (38,71%) fazem parte de plantios regulares da prefeitura municipal. O restante compõe plantios irregulares ou brotações espontâneas. Este fato não corresponde aos objetivos da prefeitura municipal descritos por SMMA (2008). Neste caso, a população contribui mais do que a prefeitura municipal, mesmo sem o uso de técnicas adequadas.

Comparando-se os dados de 1984 e 2010 com relação às espécies nativas de Curitiba constatou-se que 20 espécies são comuns a ambos os inventários e 12 espécies são exclusivas de 2010. Destas espécies exclusivas, apenas 01 delas faz parte de plantios regularmente conduzidos pela prefeitura municipal. Isto demonstra

a falta de investimento em plantios com o uso de novas espécies florestais nativas da região, porém, como já destacado, parte disso deve-se à falta de pesquisas. Essa constatação indica também a utilização das mesmas espécies nativas de 1984 em novos plantios de 2010.

Os dados relativos às espécies exóticas podem não chamar a atenção do gestor público da arborização urbana, pois boa parte dessas espécies ainda são alternativas usuais e muitas vezes únicas. Entretanto, as informações sobre espécies exóticas tem se tornado mais valorosas devido às preocupações crescentes com as denominadas invasoras. Estas espécies são aquelas originárias de ecossistemas diferentes daquele onde estão plantadas ou regeneradas, porém devido aos mecanismos de adaptação acabam interferindo na dinâmica dos processos ecológicos naturais das florestas competindo com as espécies nativas, por serem favorecidas pela inexistência de inimigos naturais. Segundo Blum, Borgo e Sampaio (2008), elas tem causado a perda de biodiversidade em diversos ecossistemas terrestres, afetando ainda a economia e a saúde humana.

A fim de caracterizar a presença de espécies exóticas invasoras, em ambos os inventários, foram elaboradas as Tabelas 18 e 19. A caracterização das espécies exóticas invasoras presentes na arborização de ruas de Curitiba foi feita de acordo com as disposições do Decreto Municipal 473/2008.

TABELA 18 – QUANTIDADE E PROPORÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, PARA O ANO DE 1984

ANO	ESPÉCIE	NINDIV	PTI (%)	PTE (%)
1984	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	10	0,23	
	<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	2	0,05	
	<i>Eucalyptus cinerea</i> F. Muell. ex Benth.	4	0,09	
	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	1	0,02	
	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	644	14,81	
	<i>Melia azedarach</i> L.	108	2,48	
	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	5	0,12	
	<i>Pinus taeda</i> L.	5	0,12	
	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	2	0,05	
	<i>Total</i>	781	17,96	
Total de espécies exóticas		9		9,68

Legenda:

NINDIV = número total de indivíduos;

PTI = proporção em relação total de árvores amostradas em 1984;

PTE = proporção em relação ao total de espécies amostradas em 1984.

Fonte: O autor (2011)

Das espécies descritas, apenas *L. lucidum* e *M. azedarach* faziam parte de plantios planejados e executados pela Prefeitura de Curitiba, correspondentes ao quantitativo mais expressivo de árvores. Para as demais espécies a quantidade

variável está associada principalmente aos plantios irregulares, mas também, possivelmente à condução de alguma regeneração espontânea em canteiro da arborização de ruas. Tais constatações associam-se às afirmações de Biondi e Pedrosa-Macedo (2008) de que a maioria das espécies invasoras presentes nas cidades são introduzidas pela população ou pelo órgão público.

TABELA 19 – QUANTIDADE E PROPORÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, PARA O ANO DE 2010

ANO	ESPÉCIE	NINDIV	PTI (%)	PTE (%)
2010	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	17	0,39	
	<i>Eucalytus cinerea</i> F. Muell. ex Benth.	1	0,02	
	<i>Eucalytus saligna</i> Sm.	3	0,07	
	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	11	0,25	
	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	531	12,18	
	<i>Melia azedarach</i> L.	87	2	
	<i>Morus nigra</i> L.	15	0,34	
	<i>Pinus taeda</i> L.	4	0,09	
	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	14	0,32	
	<i>Total</i>	683	15,67	
Total de espécies exóticas		9		7,38

Legenda:

NINDIV = número total de indivíduos;

PTI = proporção em relação total de árvores amostradas em 1984;

PTE = proporção em relação ao total de espécies amostradas em 1984.

Fonte: O autor (2011)

O quantitativo de espécies exóticas invasoras manteve-se aproximadamente o mesmo, com leve redução de 12,55%. As mudanças observadas referem-se à saída de *E. viminalis* e *P. ellioti* da lista de 1984, com a entrada de *M. nigra* e *E. saligna*, todas provenientes de plantios irregulares.

Ressalta-se que a remoção e substituição dessas espécies deve ser uma medida urgente a ser adotada, ordenadamente, a fim de diminuir e evitar a dispersão de sementes das ruas para os grandes maciços florestais nativos da cidade e da região metropolitana e áreas livres de cobertura arbórea adjacentes à arborização de ruas, afetando a qualidade ambiental do componente Área Verde da arborização urbana.

4.1.4 Padrão de plantio

O uso padronizado da arborização dá as cidades características peculiares que favorece o reconhecimento delas, de suas avenidas e ruas (DANTAS; SOUZA,

2004). No caso de Curitiba, a arborização de ruas e avenidas tomadas pelo “manto verde” formado pelo entrelaçamento das copas é peculiar a diversas ruas da cidade.

As características dos padrões de plantio de cada parcela, em cada ano de avaliação, e as mudanças observadas para esses padrões estão representadas na Tabela 20. Ressalta-se que a definição do padrão de plantio na parcela está associada, além do padrão de plantio em cada rua avaliada, à maior repetição de padrão de rua na parcela. Entretanto, o maior quantitativo de uma espécie na parcela, pode não ser o padrão de plantio, pois pode estar restrito como padrão de uma única rua ou menor número de ruas do que outra espécie que se repete como padrão de várias ruas.

TABELA 20 – CARACTERÍSTICAS DOS PADRÕES DE PLANTIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS

PARCELA	TRUA	TM	TP	TR	PAD 84	PAD 10
Água Verde	11	3	1	0	Alf	Alf
Alto da XV	11	3	0	0	Alf, Acer	Acer, Ext
Bacacheri 01	10	1	2	0	Ang	Ang
Bacacheri 02	9	1	0	0	Ip1	Ip1
Bacacheri 03	12	3	7	0	Acer	Ip2, Ip3
Bigorrilho	12	0	2	0	Ext	Ext
Boqueirão	9	0	8	0	Ip3	Alf
Centro	8	2	0	2	Ext	-
Cristo Rei	14	0	5	0	Ip3	Ip3
Jardim Social	14	4	1	0	Ip1, Ip3	Ip3
Mercês	11	0	0	0	Alf	Alf
Portão	8	0	0	0	Acer	Acer
Rebouças 01	6	1	1	1	Ext	Ext
Rebouças 02	9	0	0	1	Ext	Ext
Seminário	11	1	2	0	Ext	Ext

Legenda: TRUA (número total de ruas na parcela), TM (total de ruas com mudanças de espécie mais freqüente), TP (total de ruas onde houve o plantio de árvores), TR (Total de ruas onde inexistem árvores), PAD84 padrão de plantio em maior número de ruas em 1984), PAD10 (padrão de plantio em maior número de ruas em 2010), Alf (alfeneiro), Acer (Acer), Ext (extremosa), Ang (Angico), Ip1 (ipê-amarelo - *Handroanthus albus*), Ip2 (ipê-roxo - *Handroanthus heptaphyllus*), Ip3 (Ipê amarelo - *Handroanthus chrysotrichus*)

Fonte: O autor (2011)

Observa-se que as alterações completas ocorreram nas parcelas Bacacheri 03, Boqueirão e Centro. Para as duas primeiras constatou-se as seguintes mudanças: de *A. negundo* para *H. heptaphyllus* e *H. chrysotrichus* na parcela Bacacheri 03, de *H. chrysotrichus* para *L. lucidum* na parcela Boqueirão e de *L. indica* para indefenido na parcela Centro. Já as alterações parciais ocorreram nas parcelas Alto da XV, com substituição de *L. lucidum* por *L. indica*, e na parcela Jardim Social, com exclusão de *H. albus*. As demais parcelas mantiveram o padrão de plantio constatado em 1984.

A mudança de padrão de uma espécie exótica para duas nativas na parcela Bacacheri 03 está associada à regularidade dos plantios efetivados pela prefeitura municipal, porém com o uso de espécies nativas já utilizadas em 1984. Isto reforça as afirmações já feitas de que falta investimento em pesquisa para utilização de espécies nativas na arborização de ruas. Por outro lado, a mudança de padrão de uma espécie nativa para uma espécie exótica na parcela Boqueirão está associada à irregularidade dos plantios avaliados em 2010, em geral não efetivados pela prefeitura. A mudança de um padrão definido para um indefinido na parcela Centro indica a desordem da arborização das ruas, fato este justificado pela maior pressão e impactos sobre as árvores implantadas sem planejamento da gestão pública para reposições das árvores removidas.

Ainda, a Tabela 20 apresenta dados relativos ao total de ruas onde houve alterações entre 1984 e 2010. Observa-se que apenas quatro parcelas tiveram maiores mudanças no padrão de plantio das ruas: Água Verde, Alto da XV, Bacacheri 03 e Jardim Social. Por outro lado, destacam-se as parcelas Bacacheri 03 e Boqueirão onde houve plantio respectivamente em 58,33% e 88,89% do total de ruas presentes nas parcelas, as quais não possuíam indivíduos arbóreos em 1984.

A Tabela 21 apresenta informações sobre as parcelas que tiveram espécies introduzidas como padrão de plantio em algum trecho de rua avaliada em 2010, em relação à amostragem de 1984. São descritas as espécies introduzidas, as parcelas afetadas e o porte da espécie utilizada.

A análise da Tabela 21 demonstra que cinco espécies se destacaram como as principais espécies introduzidas nas parcelas, pois foram introduzidas em três ou mais parcelas. Destas espécies destaca-se *H. chrysotrichus* como a opção mais usual para estabelecimento de novos padrões de plantio entre 1984 e 2010, pois foi plantada como padrão em seis das quinze parcelas avaliadas. Entretanto observa-se a utilização freqüente de *L. indica* como opção, seguida de *H. rosa-sinensis* e *L. pacari*. Ressalta-se que as duas primeiras espécies são de pequeno porte e arbustivas, conduzidas como arbóreas, enquanto que a última espécie varia de médio a grande porte. Evidencia-se, então, a preferência pelas mesmas como tentativa de conciliar os benefícios almejados pela implantação da arborização das ruas com a redução de problemas, prejuízos e conflitos com as estruturas urbanas. Todavia, em espécies como *H. chrysotrichus*, *L. indica* e *H. rosa-sinensis* sobressaem-se muito mais os benefícios estéticos pela beleza da floração do que os benefícios ambientais, tais como a redução da amplitude térmica diária, redução da

poluição sonora e atmosférica e redução do escoamento superficial pluvial, pois suas copas são menores e com folhagem menos densa.

TABELA 21 – ESPÉCIES INTRODUZIDAS NAS PARCELAS, EM RELAÇÃO A 1984

ESPÉCIES INTRODUZIDAS	PARCELAS	PORTE ¹
<i>Lagerstroemia indica</i>	AV, AX, CR, R1, SE	P
<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i>	AV, BO	M
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	AV, B2, B3, CR, JS, SE	M
<i>Acer negundo</i>	AV, CR	M
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	AX, B1, SE	P
<i>Melia azedarach</i>	B1	G
<i>Lafoensia pacari</i>	B1, B3, BO	M
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	B3	G
<i>Schinus molle</i>	B3	P
<i>Ligustrum lucidum</i>	B3, BO, CR	M
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i>	BG	G
<i>Tibouchina pulchra</i>	BG	P
<i>Grevillea robusta</i>	BO	G
<i>Persea americana</i>	BO	G
<i>Populus nigra</i>	CT	G
<i>Handroanthus umbellatus</i>	CT	M
<i>Eucalytus saligna</i>	CR	G
<i>Tipuana tipu</i>	JS	G
<i>Araucaria angustifolia</i>	JS	G
<i>Leucaena leucocephala</i>	R1	P

Legenda: Bairros: AV (Água Verde), AX (Alto da XV), B1 (Bacacheri 01), B2 (Bacacheri 02), B3 (Bacacheri 03), BG (Bigorrião), BO (Boqueirão), CR (Cristo Rei), CT (Centro), JS (Jardim Social), R1 (Rebouças 01), SE (Seminário); ¹De acordo com Lorenzi (2000), Lorenzi et al. (2003) e Biondi e Althaus (2005).

Fonte: O autor (2011)

Algumas espécies introduzidas como padrão de rua correspondem a espécies presentes em pequenos trechos de ruas avaliadas (canto de amostra) ou a ruas com pequena quantidade de árvores onde o padrão observado correspondia a plantios irregulares. Dentre as espécies nesta condição cita-se: *Schinus molle* (aroeira-salsa), *Grevillea robusta* (grevílea) e *Eucalytus saligna* (eucalipto), sendo as duas últimas caracterizadas como de grande porte.

As espécies *Araucaria angustifolia* (araucária) e *Leucaena leucocephala* (leucena) são espécies introduzidas pela prefeitura municipal como padrão de plantio em dois canteiros centrais distintos, da Av. Nossa Senhora da Luz e da Av. Silva Jardim, respectivamente. Nesse contexto, vale destacar ainda a introdução de *Libidibia ferrea* var. *leiostachya* (pau-ferro) como padrão de plantio nos canteiros da canaleta do biarticulado presente na Av. Padre Anchieta e de *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (sibipiruna) como padrão de plantio no canteiro contínuo da canaleta do biarticulado em um trecho da Av. Marechal Floriano Peixoto.

A adoção de padrões de plantio na arborização de ruas tem sido orientação contida em planos diretores de cidades brasileiras e nos manuais de orientação

técnica das companhias de energia elétrica (RGE, 2000; COELBA, 2002; CAMPO GRANDE, 2010; COPEL, s/d). Por outro lado, Urban Forest Commision (2011) afirmou que o uso de apenas uma ou duas espécies numa rua ou quadra aumenta consideravelmente o risco de ataque de pragas ou doenças e com isso o declínio da arborização de ruas. Entretanto, o planejamento e implantação da arborização de ruas requerem cautela e sensatez, pois se deve compatibilizar a melhoria da diversidade de espécies (COELBA, 2002; BIONDI; LEAL, 2008), com os diversos benefícios possíveis e com as melhores práticas de gerenciamento, principalmente das atividades de poda que requerem uso de equipamentos automatizados (NUNES, 1995).

4.1.5 Área de cobertura de copas

Os resultados obtidos com a análise da área de copa das árvores amostradas em 1984 e em 2010 estão apresentados nas tabelas 22 e 23. Para o ano de 1984 constatou-se que a área total de cobertura por copas variou entre 177,98 m² para a parcela Boqueirão e 19.181,13 m² para a parcela Mercês, com valores por árvore variando entre o mínimo igual a zero e máximo igual a 415,48 m².

TABELA 22 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE COPA DAS ÁRVORES AMOSTRADAS EM 1984

PARCELA	AT	PP (%)	PT (%)	MÉD	MIN	MÁX	CV(%)	DENS
Água Verde	7121,21	2,85	8,64	12,85	0	176,71	119,92	284,85
Alto da XV	7492,62	3,00	9,09	21,97	0	128,68	120,54	299,70
Bacacheri 01	9986,31	3,99	12,12	33,85	0	95,03	76,25	399,45
Bacacheri 02	1531,77	0,61	1,86	5,80	0	72,38	185,45	61,27
Bacacheri 03	475,55	0,19	0,58	4,32	0	78,54	241,84	19,02
Bigorriho	10020,87	4,01	12,16	26,30	0	346,33	131,17	400,83
Boqueirão	177,98	0,07	0,22	6,36	0	17,35	72,77	7,12
Centro	1094,54	0,44	1,33	8,97	0	62,21	122,54	43,78
Cristo Rei	2902,11	1,16	3,52	10,08	0	78,54	152,76	116,08
Jardim Social	4006,86	1,60	4,86	7,52	0	415,48	274,93	160,27
Mercês	19181,13	7,67	23,28	55,44	0	346,36	103,83	767,25
Portão	7716,15	3,09	9,36	27,86	0	153,94	96,77	308,65
Rebouças 01	1350,04	0,54	1,64	12,16	0	78,54	91,92	54,00
Rebouças 02	7363,67	2,95	8,94	18,50	0	113,09	117,74	294,55
Seminário	1975,53	0,79	2,40	6,59	0	132,73	195,87	79,02
Total	82396,34	2,20	100,00	18,95	0	415,48	155,77	219,72

Legenda: AT (área total de copas em m²), PP (proporção em relação à área total da parcela e da área total amostrada), PT (proporção em relação ao total de área de copa para 1984), MED (Média de área de copa por árvore); MIN (valor mínimo para área de copa), MAX (valor máximo para área de copa), CV (coeficiente de variação), DENS (densidade de copas expressa por m² de copas por ha de parcela)

Fonte: O autor (2011)

TABELA 23 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE COPA DAS ÁRVORES AMOSTRADAS EM 2010

PARCELA	ÁT	PP(%)	PT (%)	MÉD	MIN	MÁX	CV(%)	DENS
Água Verde	13743,55	5,50	7,50	28,51	0	255,88	148,79	549,74
Alto da XV	6860,30	2,74	3,74	29,44	0	339,79	134,76	274,41
Bacacheri 01	25946,15	10,38	14,15	87,07	0	338,16	84,79	1037,85
Bacacheri 02	10906,82	4,36	5,95	42,77	0	304,81	130,43	436,27
Bacacheri 03	8081,47	3,23	4,41	21,90	0	285,02	180,18	323,26
Bigorriho	18925,09	7,57	10,32	54,54	0	380,13	119,52	757,00
Boqueirão	5437,36	2,17	2,97	21,08	0	199,81	131,56	217,49
Centro	3127,24	1,25	1,71	40,09	0	202,32	105,90	125,09
Cristo Rei	18030,71	7,21	9,83	53,98	0	443,01	117,57	721,23
Jardim Social	18552,50	7,42	10,12	36,52	0	339,79	115,64	742,10
Mercês	18971,87	7,59	10,35	63,66	0	500,74	138,54	758,87
Portão	13522,66	5,41	7,38	67,61	0	286,52	87,89	540,91
Rebouças 01	3476,90	1,39	1,90	34,77	0	240,53	114,20	139,08
Rebouças 02	10863,43	4,35	5,93	31,04	0	151,75	96,46	434,54
Seminário	6898,84	2,76	3,76	27,60	0	333,29	155,15	275,95
Total	183344,90	4,89	100,00	42,05	0	500,74	133,24	488,92

Legenda: AT (área total de copas em m²), PP (proporção em relação à área total da parcela e da área total amostrada), PT (proporção em relação ao total de área de copa para 2010), MED (Média de área de copa por árvore); MIN (valor mínimo para área de copa), MAX (valor máximo para área de copa), CV (coeficiente de variação), DENS (densidade de copas expressa por m² de copas por ha de parcela)

Fonte: O autor (2011)

Já para o ano de 2010 constatou-se que a área total de cobertura por copas variou entre 3.127,24 m² para a parcela Centro e 25.946,15 m² para a parcela Bacacheri 01, com valores por árvore variando entre o mínimo igual a zero e máximo igual a 500,74 m². Neste sentido, Meunier e Silva (2009) citaram que extensas áreas de copa são um dos atributos paisagísticos mais importantes da arborização urbana.

Os valores proporcionais de área de copa em relação à área das parcelas de 1984 variaram entre 0,19% para a parcela Bacacheri 03 e 7,67% para a parcela Mercês. Para 2010 os valores variaram entre 1,25% para a parcela Centro e 10,38% para a parcela Bacacheri 01.

Entretanto, tais valores estão muito aquém dos valores observados por Maco e Mcpherson (2002) para a arborização de ruas da cidade de Davis, CA, os quais variaram entre 4,0% e 46% entre os diferentes zoneamentos da cidade, com média para a cidade igual a 14%. Porém, para as parcelas de 2010, Bacacheri 01, Bigorriho, Cristo Rei, Jardim Social e Mercês os valores encontrados estão dentro dos limites citados pelos autores.

A mudança verificada para a área de copas está representada na Figura 06, a qual demonstra que com exceção da parcela Mercês e Alto da XV houve aumento na área total de copa nas demais parcelas. Este aumento está relacionado ao crescimento das árvores, de forma mais expressiva para espécies como *T. tipu*, *P.*

rigida e *A. colubrina*, que conseqüentemente apresentaram maior adensamento de copas nas ruas.

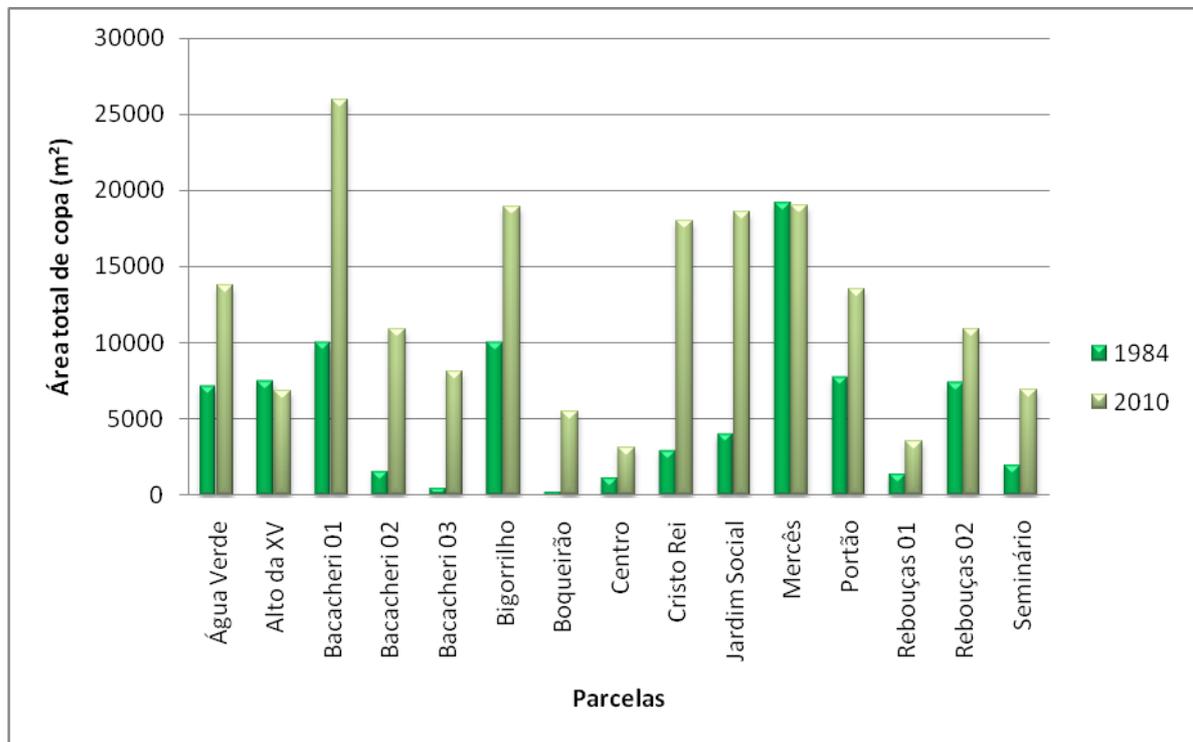


FIGURA 06 – ALTERAÇÃO DA ÁREA TOTAL DE COPA ENTRE OS ANOS DE AVALIAÇÃO

Para as parcelas Centro, Alto da XV e Rebouças 01 foram constatados os menores valores de área total de copa, estando as mesmas localizadas em porções de maior densidade populacional da cidade de acordo com IPPUC (2011). A diminuição da proporção de área de copa com o aumento da densidade populacional observada corrobora com as afirmações de Bradley (1995).

Os resultados obtidos para a densidade de copa em relação à área de cada parcela (25ha) para o ano de 1984 variaram entre 7,12 m²/ha e 767,25 m²/ha, respectivamente para as parcelas Boqueirão e Mercês, sendo constatado que apenas sete amostras apresentaram valores maiores que a densidade obtida em relação ao total amostrado em quinze parcelas. Por outro lado, para o ano de 2010 os resultados obtidos foram superiores e variaram entre 125,09 m²/ha e 1.037,85m²/ha, respectivamente para as parcelas Centro e Bacacheri 01, sendo constatado que também apenas sete amostras apresentaram valores maiores que a proporção obtida em relação ao total amostrado em quinze parcelas, porém não correspondiam às mesmas parcelas de 1984.

Os valores de densidade calculados em relação ao total amostrado nas quinze parcelas variaram entre 219,72 m²/ha para o ano de 1984 e 488,92 m²/ha

para o ano de 2010, evidenciando um aumento relativo de 122,52% entre os anos de avaliação, com incremento periódico anual igual 4,71% equivalente a 10,35 m²/ha.ano, de acordo com a Tabela 24.

TABELA 24 – MUDANÇAS NAS CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE COPA ENTRE 1984 E 2010

PARCELA	DTC	DPI (%)	DMEC	DPI (%)	DMAC	DPI (%)	DDEC	DPI (%)
Água Verde	6622,34	92,99	15,66	121,87	79,17	44,80	264,89	92,99
Alto da XV	-632,32	-8,44	7,47	34,00	211,11	164,06	-25,29	-8,44
Bacacheri 01	15959,84	159,82	53,22	157,22	243,13	255,85	638,4	159,82
Bacacheri 02	9375,05	612,04	36,97	637,41	232,43	321,12	375	612,05
Bacacheri 03	7605,92	1599,39	17,58	406,94	206,48	262,90	304,24	1599,58
Bigorrião	8904,22	88,86	28,24	107,38	33,8	9,76	356,17	88,86
Boqueirão	5259,38	2955,04	14,72	231,45	182,46	1051,64	210,37	2954,63
Centro	2032,7	185,71	31,12	346,93	140,11	225,22	81,31	185,72
Cristo Rei	15128,6	521,30	43,9	435,52	364,47	464,06	605,15	521,32
Jardim Social	14545,64	363,02	29	385,64	-75,69	-18,22	581,83	363,03
Mercês	-209,26	-1,09	8,22	14,83	154,38	44,57	-8,38	-1,09
Portão	5806,51	75,25	39,75	142,68	132,58	86,12	232,26	75,25
Rebouças 01	2126,86	157,54	22,61	185,94	161,99	206,25	85,08	157,56
Rebouças 02	3499,76	47,53	12,54	67,78	38,66	34,19	139,99	47,53
Seminário	4923,31	249,21	21,01	318,82	200,56	151,10	196,93	249,22
Total	100948,56	122,52	23,1	121,90	85,26	20,52	269,2	122,52
IPA	3882,64	4,71	0,89	4,69	3,28	0,79	10,35	4,71

Legenda: DTC (Diferença entre os Totais de Copa de 1984 e 2010); DMEC (Diferença entre as Médias de Copa por árvore de cada parcela); DMAC (Diferença entre os valores Máximos de copa de cada parcela); DDEC (Diferença entre os valores de Densidade de Copas de cada parcela); DPI (Diferença Proporcional em relação ao valor inicial em 1984); IPA (Incremento Periódico Anual)

Fonte: O autor (2011)

Mediante análise da Tabela 24 percebe-se que é expressiva a contribuição da cobertura verde relativa à arborização de ruas pela evolução da área de copa total das parcelas, dadas as diferenças relativas que variaram entre o mínimo igual a 47,53% para a parcela Rebouças 02 e o máximo igual a 2.955,04% para a parcela Boqueirão, exceto para as parcelas Alto da XV e Mercês onde foram observadas reduções nos valores da área total de copa. Entretanto esta contribuição se torna mais evidente pela análise dos valores médios e máximos por árvore entre os anos de 1984 e 2010, para os quais foram observados valores de incremento médio igual a 0,89 m²/árvore.ano e máximo podendo chegar a 3,28 m²/árvore.ano.

A análise do teste “t” aplicado para o total de área de copas demonstrou que houve diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade entre o total de cada ano de avaliação e entre os totais de cada parcela (TABELA 25), com exceção da parcela Mercês para a qual não houve significância estatística ($p > 0,05$).

TABELA 25 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ÁREA TOTAL DE COPA PARA AS PARCELAS DE 1984 E 2010 E PARA O TOTAL DE CADA ANO

PARCELA	ÁREA TOTAL DE COPAS		GL	P-VALOR
	1984	2010		
Água Verde	7121,21	13743,55	1036	0,000
Alto da XV	7492,62	6860,30	574	0,007
Bacacheri 01	9986,31	25946,15	593	0,000
Bacacheri 02	1531,77	10906,82	519	0,000
Bacacheri 03	475,55	8081,47	479	0,000
Bigorrilho	10020,87	18925,09	728	0,000
Boqueirão	177,98	5437,36	286	0,000
Centro	1094,54	3127,24	200	0,000
Cristo Rei	2902,11	18030,71	622	0,000
Jardim Social	4006,86	18552,50	1041	0,000
Mercês	19181,13	18971,87	644	0,156
Portão	7716,15	13522,66	477	0,000
Rebouças 01	1350,04	3476,90	211	0,000
Rebouças 02	7363,67	10863,43	748	0,000
Seminário	1975,53	6898,84	550	0,000
Total	82396,34	183344,90	8708	0,000

Legenda:

GL = graus de liberdade;

P-VALOR = nível de probabilidade de diferença;

Fonte: O autor (2011)

Ressalta-se que os altos valores do coeficiente de variação observados são explicados pela grande variabilidade no tamanho das árvores amostradas e conseqüentemente da área de copa, pois existem em conjunto as árvores plantadas em diferentes períodos (diferentes idades) e desta forma se apresentam em diferentes fases da curva de crescimento. Destaca-se ainda que parte dessa variabilidade do coeficiente de variação também se deve às práticas de poda dispensadas às árvores, principalmente da poda drástica que elimina toda a massa verde da copa.

Neste sentido, Seitz (1996) afirmou que as podas realizadas nas árvores deveriam ser utilizadas apenas para direcionar a ocupação do espaço e nunca para delimitar ou extirpar o volume da copa, descaracterizando a arquitetura típica da espécie.

A diversidade de idades encontradas nesta pesquisa é um fator desejável na arborização de ruas, pois segundo Mcpherson (1998) é um dos fatores que demonstram a sustentabilidade da mesma. Ainda, Maco e Mcpherson (2002) afirmaram que a composição inequiana da arborização de ruas com remoções seletivas e substituições com novos plantios faz com que ao longo dos anos a cobertura de copas se mantenha num nível sustentável evitando perdas drásticas e repentinas, com conseqüente recomposição mais demorada.

Mcperson e Muchnick (2005), relacionando cobertura por copas com estrutura urbana, constataram que quanto maior a cobertura por copa nas ruas, melhor a performance e a durabilidade do pavimento, com menores custos de manutenção e reparos.

4.1.6 Condição das árvores

A condição média das árvores foi observada para cada parcela, a partir da análise visual a campo, conforme procedimento descrito por Milano (1984), com valoração variando entre 1 e 4. Os resultados encontram-se na Tabela 26. Para o ano de 1984 foi obtido um valor médio de condição das árvores igual a 1,92, com desvio padrão igual a 0,85 e coeficiente de variação igual a 44,40%. Tais valores não diferiram muito daqueles observados para 2010: 2,04 para média total de condição, 0,80 de desvio padrão e 39,24% de coeficiente de variação.

TABELA 26 – CONDIÇÃO MÉDIA DAS ÁRVORES DAS PARCELAS AMOSTRADAS E DO TOTAL DE ÁRVORES

PARCELA	1984			2010		
	MÉDIA	DESVIO	CV (%)	MÉDIA	DESVIO	CV (%)
Água Verde	2,13	0,81	38,01	2,44	0,75	30,66
Alto da XV	2,18	0,85	38,72	2,46	0,67	27,22
Bacacheri 01	1,53	0,76	49,96	1,65	0,71	42,84
Bacacheri 02	1,88	0,87	46,25	1,50	0,69	45,72
Bacacheri 03	1,95	0,69	35,39	1,60	0,78	48,75
Bigorrião	1,58	0,80	50,69	2,10	0,73	34,50
Boqueirão	1,93	1,09	56,32	2,36	0,65	27,65
Centro	1,99	0,80	40,05	1,46	0,64	43,68
Cristo Rei	2,14	0,80	37,33	2,09	0,78	37,37
Jardim Social	1,95	0,84	43,15	1,81	0,79	43,63
Mercês	2,29	0,81	35,42	2,39	0,72	30,20
Portão	1,27	0,52	40,95	2,40	0,60	25,09
Rebouças 01	1,89	0,88	46,38	2,05	0,69	33,52
Rebouças 02	1,83	0,84	45,94	1,96	0,78	39,81
Seminário	2,09	0,87	41,47	2,11	0,76	35,86
Total	1,92	0,85	44,40	2,04	0,80	39,24

Fonte: O autor (2011)

Percebe-se que para a condição total houve um leve aumento na valoração dada entre 1984 e 2010, mas ainda próxima à condição satisfatória (valor 2), porém relacionada a coeficientes de variação mais homogêneos e menores.

Devido à valoração das árvores ser uma avaliação subjetiva, dependente da experiência e acuidade técnica do avaliador, os valores do coeficiente de variação apresentaram valores moderados.

Os valores mínimos e máximos da valoração das árvores de 1984 foram iguais a 1,27 para a parcela Portão e 2,29 para a parcela Mercês. Para o ano de 2010 esses valores foram iguais a 1,46 para a parcela Centro e 2,46 para a parcela Alto da XV. Entretanto, segundo Milano (1984) apesar dos valores médios serem dependentes da frequência de árvores por classe de condição, valores médios iguais podem não corresponder a situações semelhantes, pois o total de árvores avaliadas pode não ser o mesmo. Este fato é observável na Tabela 26 para as parcelas Bacacheri 03 e Jardim Social, em 1984, as quais possuíam número diferente de árvores. Em função disso, geraram diferentes valores para o coeficiente de variação, sendo maior para a parcela com maior quantidade de árvores.

A análise estatística descrita na Tabela 27 demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre a valoração dada a onze parcelas das quinze analisadas. Para as parcelas Cristo Rei, Mercês, Rebouças 01 e Seminário não houve diferença significativa ($p>0,05$), para a parcela Alto da XV a diferença é significativa apenas ao nível de 5% de probabilidade ($p>0,01$ e $<0,05$) e para as demais parcelas a diferença foi significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$).

TABELA 27 – ANÁLISE ESTATÍSTICA DA CONDIÇÃO MÉDIA DAS ÁRVORES DAS PARCELAS DE 1984 E 2010 E DO TOTAL DE CADA ANO

PARCELA	CONDIÇÃO DAS ÁRVORES		GL	P-VALOR
	1984	2010		
Água Verde	2,13	2,44	1036	0,000
Alto da XV	2,18	2,46	574	0,000
Bacacheri 01	1,53	1,65	593	0,047
Bacacheri 02	1,88	1,50	519	0,000
Bacacheri 03	1,95	1,60	479	0,000
Bigorriho	1,58	2,10	728	0,000
Boqueirão	1,93	2,36	286	0,000
Centro	1,99	1,46	200	0,000
Cristo Rei	2,14	2,09	622	0,431
Jardim Social	1,95	1,81	1041	0,000
Mercês	2,29	2,39	644	0,101
Portão	1,27	2,40	477	0,000
Rebouças 01	1,89	2,05	211	0,146
Rebouças 02	1,83	1,96	748	0,000
Seminário	2,09	2,11	550	0,776
Total	1,92	2,04	8708	0,000

Legenda:

GL = graus de liberdade;

P-VALOR = nível de probabilidade de diferença;

Fonte: O autor (2011)

A condição média das árvores sofreu melhoria em apenas cinco parcelas: Bacacheri 02, Bacacheri 03, Centro, Cristo Rei e Jardim Social, sendo estatisticamente não significativa apenas para a parcela Cristo Rei ($p>0,05$). A

melhoria observada, além da uniformidade técnica de avaliação, pode ter relação com fatores de influência como: práticas de poda corretiva e de condução de mudas mais adequadas e satisfatórias, compartimentalização de danos observados anteriormente e época de observação das árvores não correlacionada com a sazonalidade do ataque de pragas e seu ciclo reprodutivo. Segundo Maco e Mcpherson (2003) a condição apresentada pelas árvores pode ser expressão de quão bom é o manejo dado a elas e/ou qual a performance delas em relação às condições ambientais locais.

Quando observados os valores de condição para a totalidade de árvores de cada ano de avaliação constata-se que houve predomínio de árvores classificadas como boas em 1984 (37,90%), seguido daquelas satisfatórias (34,71%) e ruins (24,77%), em contraste com as observações de 2010 onde houve predomínio de árvores classificadas como satisfatórias (42,50%), seguindo daquelas boas (27,84%) e ruins (27,29%), em quantidades semelhantes (FIGURA 07).

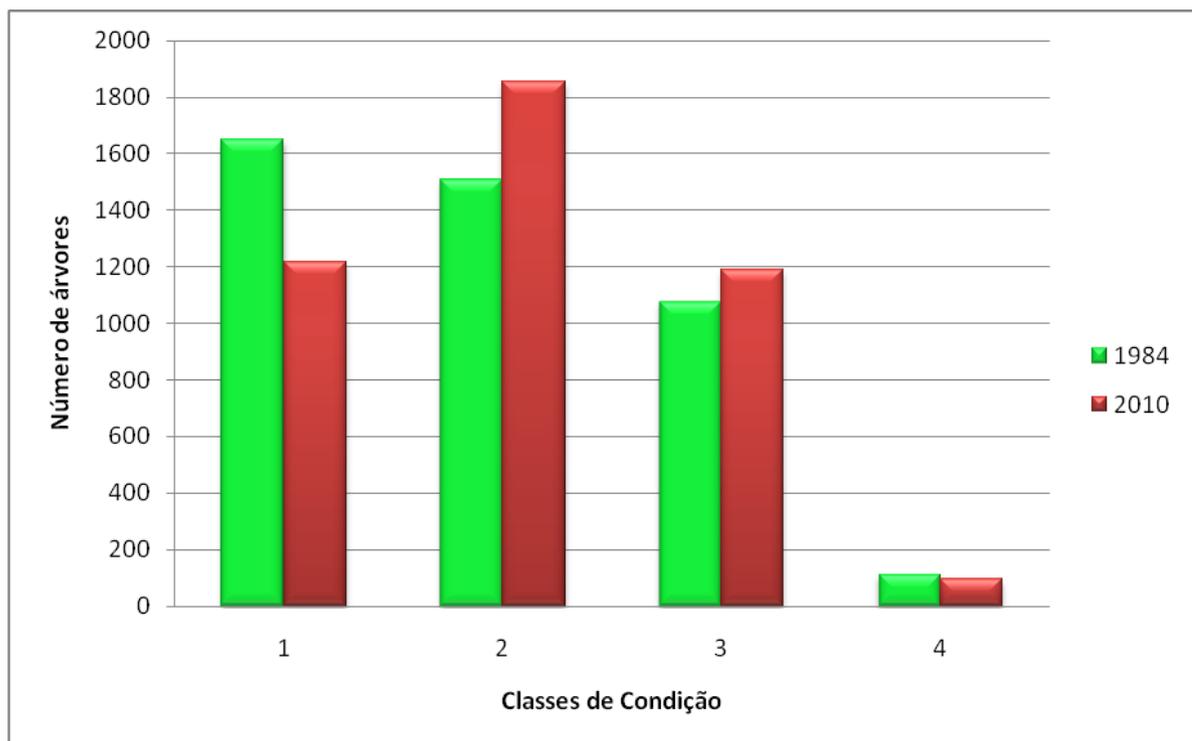


FIGURA 07 – COMPARAÇÃO PARA O TOTAL DE ÁRVORES EM CADA CLASSE DE CONDIÇÃO

Fonte: O autor (2011)

Sampaio e De Angelis (2008) obtiveram maior proporção de árvores na condição satisfatória (49,24%) em análise da arborização de ruas na cidade de Maringá, Paraná.

A diferença relativa entre as classificações boa e satisfatória foi de redução de 3,19 pontos percentuais para 1984 e de aumento de 14,66 pontos percentuais em 2010. Houve então redução de 10,06 pontos percentuais para a classe de condição boa entre 1984 e 2010 e aumento de 7,79 pontos percentuais para classe de condição satisfatória. O restante dos pontos percentuais da classe boa de 1984 foram recrutados para a classe ruim de 2010. Esta dinâmica da condição das árvores, para o total amostrado, expressa um sucinto declínio da arborização de ruas, devido à negligência no tratamento de danos ou controle de pragas e inadequadas práticas de manejo que levam a maior susceptibilidade a desordens fitossanitárias e estruturais, principalmente de espécies que não toleram intervenções mais pesadas ou freqüentes.

4.2 DINÂMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS PARA O PERÍODO 1984 - 2010

4.2.1 Dinâmica da quantidade de árvores

A avaliação comparativa dos inventários permitiu analisar as árvores e espécies remanescentes, bem como aquelas removidas e aquelas plantadas. A partir disso foi elaborada a Tabela 28 que demonstra a dinâmica da arborização de ruas, em relação ao total de árvores.

As maiores proporções de árvores remanescentes foram observadas para as parcelas Cristo Rei, Bacacheri 01 e Portão, com valores respectivos iguais a 63,89%, 60,68% e 54,51%. Já os menores valores foram observados para as parcelas Alto da XV, Rebouças 01 e Centro, com valores respectivos iguais a 24,34%, 15,32% e 9,84%.

Os maiores e menores valores de proporções de árvores removidas foram encontrados para as mesmas parcelas das árvores remanescentes, porém com valores em extremos opostos. Para a parcela Cristo Rei, o valor de proporção de árvores removidas foi o menor (36,11%), o qual tem relação com o maior valor proporcional de árvores remanescentes. Já o maior valor proporcional de remoção foi encontrado para a parcela Centro (90,16%). Esta constatação corrobora com as afirmações de Bradley (1995) de que quanto maior a densidade populacional (centro

da cidade) menor a quantidade de árvores e conseqüentemente de proporção de área de copas.

TABELA 28 – DINÂMICA PARA O TOTAL DE ÁRVORES DE RUAS E PARA CADA PARCELA AMOSTRADA

PARCELA	T84	T10	ARE	PI (%)	TREM	PI (%)	TPLA	PF (%)	SLIQ
Água Verde	554	482	251	45,31	303	54,69	231	47,93	-72
Alto da XV	341	233	83	24,34	258	75,66	150	64,38	-108
Bacacheri 01	295	298	179	60,68	116	39,32	119	39,93	3
Bacacheri 02	264	255	119	45,08	145	54,92	136	53,33	-9
Bacacheri 03	110	369	41	37,27	69	62,73	328	88,89	259
Bigorrião	381	347	161	42,26	220	57,74	186	53,60	-34
Boqueirão	28	258	12	42,86	16	57,14	246	95,35	230
Centro	122	78	12	9,84	110	90,16	66	84,62	-44
Cristo Rei	288	334	184	63,89	104	36,11	150	44,91	46
Jardim Social	533	508	284	53,28	249	46,72	224	44,09	-25
Mercês	346	298	177	51,15	169	48,84	120	40,27	-48
Portão	277	200	151	54,51	126	45,49	49	24,50	-77
Rebouças 01	111	100	17	15,32	94	84,68	83	83,00	-11
Rebouças 02	398	350	168	42,21	230	57,79	182	52,00	-48
Seminário	300	250	115	38,33	185	61,67	135	54,00	-50
Total	4348	4360	1954	44,94	2394	55,06	2405	55,16	12

Legenda: T84 (total de árvores amostradas em 1984), T10 (total de árvores amostradas em 2010), ARE (total de árvores remanescentes), TREM (total de árvores removidas); TPLA (total de árvores plantadas), SLIQ (saldo líquido), PI (proporção em relação ao número inicial), PF (proporção em relação ao número final)

Fonte: O autor (2011)

Salienta-se que a proporção total de árvores removidas foi igual a 55,06% entre 1984 e 2010, com taxa de remoção anual média de árvores igual a 2,11%, correspondente a 92 árvores por ano, diferindo consideravelmente do valor encontrado por Dawson e Khawaja (1985) em análise da arborização de ruas da cidade de Urbana, Illinois que foi igual a 41% de remoção de árvores entre 1932 e 1982. Considerando os períodos de avaliação e as taxas de remoção observadas, em ambas as cidades, percebe-se que para Curitiba a proporção de árvores remanescentes foi relativamente pequena (44,94%). Os maiores valores de remoção anual foram observados para as parcelas Centro (3,47%), Rebouças 01 (3,26%) e Alto da XV (2,91%) e os menores valores para as parcelas Portão (1,75%), Bacacheri 01 (1,51%) e Cristo Rei (1,39%).

Vale ainda destacar os maiores valores proporcionais encontrados para o ingresso ou plantio de árvores nas parcelas (TABELA 28). Os maiores valores foram observados para as parcelas Boqueirão, Bacacheri 03 e Centro, com valores respectivamente iguais a 95,35%, 88,89% e 84,62%, fato este relacionado com a substituição de árvores.

A taxa de plantio anual médio de árvores para o total amostrado foi igual a 2,12%, correspondente a 93 árvores, sendo os maiores valores observados para as parcelas Boqueirão (3,68%), Bacacheri 03 (3,42%) e Centro (3,25%) e os menores valores para as parcelas Mercês (1,55%), Bacacheri 01 (1,54%) e Portão (0,94%).

A maior proporção de árvores remanescentes nas parcelas Cristo Rei, Bacacheri 01 e Portão pode ter sido favorecida por algum dos cinco fatores influentes: característica essencialmente residencial do bairro, estrutura mínima adequada quando do plantio efetivado (calçada e meio-fio), adequada proporção de área permeável e largura de calçada, boas práticas de manejo dispensadas às árvores e reduzida ação de vandalismo ou de incidência de danos por obras de infraestrutura urbana (alargamento de ruas, passagem de tubulações, etc).

Por outro lado a menor proporção de árvores remanescentes encontrada para as parcelas Centro, Rebouças 01 e Alto da XV pode ser explicada, em parte, pela maior proximidade à região central da cidade que sofre mais intensamente alterações urbanísticas diversas que danificam ou removem árvores para implantação ou ampliação de estruturas urbanas como calçadas, acessos, tubulações, etc, mas que também causam alterações nas propriedades físicas do solo, por maior compactação. Neste sentido, Biondi (1995) afirmou que as alterações das propriedades físicas do solo podem afetar a umidade e a aeração e desta forma causar restrições ao desenvolvimento do sistema radicular da planta e o comprometimento das atividades fisiológicas.

Partindo-se do valor proporcional de árvores remanescentes encontrado para o total (44,94%) pode-se afirmar que as parcelas Água Verde e Bacacheri 02 representam melhor a dinâmica da quantidade de árvores na arborização de ruas avaliada, por apresentarem valores proporcionais mais próximos ao do total (FIGURA 08).

O saldo líquido da dinâmica do quantitativo da arborização de ruas mostrou que apenas quatro das quinze parcelas apresentaram saldo positivo, apesar do saldo líquido total também ser positivo. Os valores negativos constatados em onze parcelas podem estar associados principalmente a problemas de resistência da espécie mais freqüentemente plantada. Tem-se como exemplo, a parcela Alto da XV onde havia grande proporção de *Acer negundo* plantado e que já a longa data seus exemplares vem sendo removidos por apresentarem problemas com deterioração do lenho por broca e fungos apodrecedores, além da susceptibilidade à infestação por erva-de-passarinho. Mas também, os valores negativos podem estar associados aos

problemas de incompatibilidade entre o porte atingido pela árvore a as estruturas urbanas e às ações ilegais de corte de árvores sem autorização do órgão ambiental municipal.

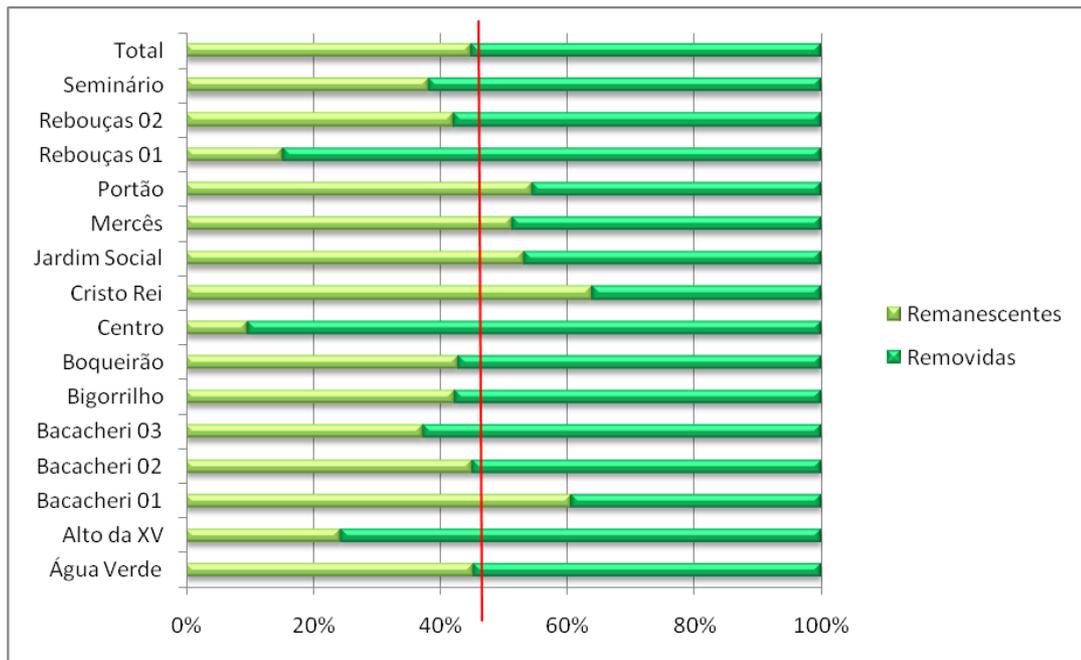


FIGURA 08 – RELAÇÃO ENTRE ÁRVORES REMANESCENTES E REMOVIDAS

Fonte: O autor (2011)

Os maiores valores de saldo líquido positivo observados nas parcelas Bacacheri 03 e Boqueirão se devem à menor quantidade de árvores presentes na avaliação de 1984, mas que atualmente foram compensados por incrementos nos plantios efetivados nas calçadas da área amostrada.

Para a parcela Centro a análise do saldo líquido negativo em conjunto com a alta proporção de árvores ingressantes e a baixa proporção de árvores remanescentes reforça a idéia de que em áreas centrais maior é a pressão sobre a arborização de ruas, com conseqüentes danos, remoções e substituições.

Para compreensão complementar da dinâmica do quantitativo total de árvores foi elaborada a Tabela 29 a qual apresenta os resultados do balanço final somente para as espécies com indivíduos remanescentes.

Para as espécies com mais de dez indivíduos remanescentes os maiores saldos líquidos positivos foram observados para: *Lafoensia pacari* (dedaleiro), *Poincinella pluviosa* var. *peltophoroides* (sibipiruna), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo) e *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo). Este resultado demonstra as principais opções de espécies para plantio feitas pela Prefeitura

Municipal de Curitiba e incrementadas desde 1984, por motivos já explicados anteriormente.

Os menores saldos líquidos associados ao maior quantitativo de remoções foram observados para *Lagerstroemia indica* (extremosa), *Acer negundo* (acer), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro) e *Handroanthus albus* (ipê-amarelo). Esta redução está relacionada a motivos diferentes para cada espécie.

TABELA 29 – DINÂMICA PARA O TOTAL DE CADA ESPÉCIE REMANESCENTE

ESPÉCIE	T84	T10	ARE	PI (%)	TREM	PI (%)	TPLA	PF (%)	SLIQ
<i>Acer negundo</i>	402	204	120	29,85	282	70,15	84	41,18	-198
<i>Anadenanthera colubrina</i>	89	60	48	53,93	41	46,07	12	20,00	-29
<i>Araucaria angustifolia</i>	14	28	7	50,00	7	50,00	21	75,00	14
<i>Cassia leptophylla</i>	150	120	106	70,67	44	29,33	14	11,67	-30
<i>Cedrela fissilis</i>	1	2	1	50,00	0	0,00	1	50,00	1
<i>Ceiba speciosa</i>	9	7	2	22,22	7	77,78	5	71,43	-2
<i>Citharexylum myrianthum</i>	7	5	4	57,14	3	42,86	1	20,00	-2
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	2	1	1	50,00	1	50,00	0	0,00	-1
<i>Cupressus lusitanica</i>	3	4	1	33,33	2	66,67	3	75,00	1
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	1	1	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0
<i>Eriobotrya japonica</i>	10	17	1	10,00	9	90,00	16	94,12	7
<i>Erythrina falcata</i>	7	8	6	85,71	1	14,29	2	25,00	1
<i>Eucalyptus cinerea</i>	4	1	1	25,00	3	75,00	0	0,00	-3
<i>Eugenia uniflora</i>	6	47	1	16,67	5	83,33	46	97,87	41
<i>Ficus elastica</i>	7	3	1	14,29	6	85,71	2	66,67	-4
<i>Grevilea robusta</i>	1	7	1	100,00	0	0,00	6	85,71	6
<i>Handroanthus albus</i>	371	272	196	52,83	175	47,17	76	27,94	-99
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	337	423	229	67,95	108	32,05	194	45,86	86
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	53	119	34	64,15	19	35,85	85	71,43	66
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	2	9	2	100,00	0	0,00	7	77,78	7
<i>Handroanthus serratifolius</i>	2	7	2	100,00	0	0,00	5	71,43	5
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	54	49	32	59,26	22	40,74	17	34,69	-5
<i>Jacaranda puberula</i>	19	5	1	5,26	18	94,74	4	80,00	-14
<i>Lafoensia pacari</i>	24	236	15	62,50	9	37,50	221	93,64	212
<i>Lagerstroemia indica</i>	1053	705	292	27,73	761	72,27	412	58,44	-348
<i>Ligustrum lucidum</i>	644	531	343	53,26	301	46,74	188	35,40	-113
<i>Magnolia grandiflora</i>	3	5	2	66,67	1	33,33	3	60,00	2
<i>Melia azedarach</i>	108	87	41	37,96	67	62,04	46	52,87	-21
<i>Parapiptadenia rigida</i>	245	194	168	68,57	77	31,43	26	13,40	-51
<i>Pinus taeda</i>	5	4	1	20,00	4	80,00	3	75,00	-1
<i>Platanus acerifolia</i>	2	7	2	100,00	0	0,00	5	71,43	5
<i>Poincianella pluviosa</i>	23	130	14	60,87	9	39,13	116	89,23	107
<i>Psidium cattleianum</i>	3	33	1	33,33	2	66,67	32	96,97	30
<i>Sapium glandulosum</i>	1	1	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4	12	1	25,00	3	75,00	11	91,67	8
<i>Senna macranthera</i>	67	63	5	7,46	62	92,54	58	92,06	-4
<i>Senna multijuga</i>	14	3	1	7,14	13	92,86	2	66,67	-11
<i>Spathodea campanulata</i>	6	6	2	33,33	4	66,67	4	66,67	0
<i>Syagrus rommanzoffiana</i>	41	72	18	43,90	23	56,10	54	75,00	31
<i>Tabebuia roseoalba</i>	9	6	5	55,56	4	44,44	1	16,67	-3
<i>Tibouchina sellowiana</i>	38	14	1	2,63	37	97,37	13	92,86	-24
<i>Tipuana tipu</i>	304	277	243	79,93	61	20,07	34	12,27	-27

Legenda: T84 (total de árvores amostradas em 1984), T10 (total de árvores amostradas em 2010), ARE (total de árvores remanescentes), TREM (total de árvores removidas); TPLA (total de árvores plantadas), SLIQ (saldo líquido), PI (proporção em relação ao número inicial), PF (proporção em relação ao número final)

Fonte: O autor (2011)

No caso de *A. negundo*, a redução atrelada à remoção de árvores se deve principalmente à baixa resistência da espécie às condições ambientais da arborização de ruas que comprometem suas condições fitossanitárias e estruturais, pois está associada à baixa resistência da madeira que potencializa o ataque de

brocas, fungos apodrecedores, cupins e erva-de-passarinho, problemas estes destacados por Biondi e Althaus (2005) como os principais para a espécie.

Para *L. lucidum* apesar da resistência e adaptabilidade da espécie às condições da arborização de ruas, os motivos para redução no plantio e aumento das remoções podem ser: grandes danos aos passeios e calçadas pelas raízes de exemplares adultos (MILANO, 1984; BIONDI; ALTHAUS, 2005), grande susceptibilidade a erva-de-passarinho (BIONDI; ALTHAUS, 2005), ação de fungos apodrecedores favorecidos por injúrias sofridas, principalmente pelas podas drásticas comumente dispensadas à espécie, e mais atualmente devido à política ambiental do município que prevê a substituição gradativa das espécies declaradas exóticas invasoras, a partir de 2008, com a entrada em vigor do Decreto Municipal 478/2008.

Apesar das pragas e doenças associadas à espécie, descritas por Biondi e Althaus (2005), não há um motivo evidente para a redução no saldo líquido de *H. albus*, visto que a mesma ainda continua a ser plantada na arborização de ruas da cidade de Curitiba e está entre aquelas com maior quantitativo de árvores remanescentes, não evidenciando maiores problemas.

Entretanto, para *L. indica* foi verificado um paradoxo, pois ao mesmo tempo em que a espécie foi a mais plantada, também foi aquela com maior redução por remoção de indivíduos, obtendo o maior saldo líquido negativo. Esse valor negativo do saldo líquido pode ser resultado do controle da proporção da espécie na arborização tendo em vista a susceptibilidade da mesma a fungos do gênero *Oidium* e erva-de-passarinho (BIONDI; ALTHAUS, 2005) que depauperam sua condição fitossanitária, causando a senescência precoce de algumas árvores. Porém, a maior proporção de plantio é devido à utilidade da espécie para calçadas pequenas ou sob fiação de transmissão de energia, pois tendem a expressar um porte pequeno, tolerando mais as podas de rebaixamento efetuadas quando em conflito com a fiação. Neste sentido, Milano (1984) afirmou que a espécie possui boa capacidade de recuperação de danos físicos.

4.2.2 Distribuição e incremento do DAP

A Figura 09 representa a evolução da distribuição diamétrica, de forma comparativa entre os anos de 1984 e 2010, estando a estatística descritiva de cada uma delas apresentada na Tabela 30.

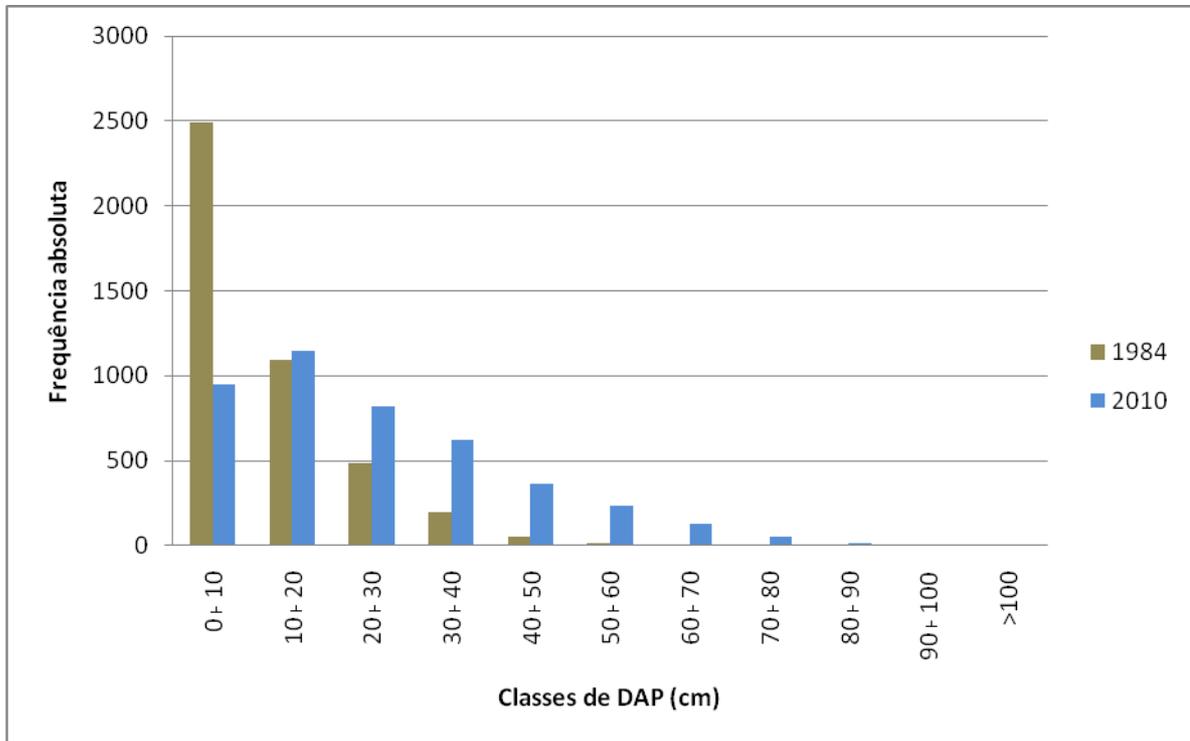


FIGURA 09 – EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA O TOTAL AMOSTRADO

Fonte: O autor (2011)

TABELA 30 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DIÂMETROS (CM) DE AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO

ESTATÍSTICA	1984	2010
Média	11,02	24,23
Mediana	7,64	20,37
Moda	2,86	1,59
Desvio padrão	10,46	18,07
Coefficiente de Variação	94,93	74,60
Curtose	13,28	1,46
Assimetria	2,29	1,05
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	157,56	130,51
Contagem	4348	4360

Fonte: O autor (2011)

Para o ano de 1984 constatou-se que a distribuição diamétrica na forma “J invertido” representava a arborização de ruas analisada. Segundo Pizatto (1999),

Schaaf (2001) e Rode (2008) esse tipo de distribuição caracteriza florestas heterogêneas e multiâneas.

No caso da arborização de ruas esse fato é pertinente, pois ocorre anualmente o plantio de árvores que favorece a formação de um povoamento de diferentes idades, tanto na composição de padrões de rua pela prefeitura municipal quanto de plantios irregulares efetivados pela população. De acordo com Richards (1983) e Mcpherson e Rowntree (1989) a constatação de distribuição decrescente na arborização de ruas se deve a dois tipos de fenômenos: plantios efetuados em ciclos, seguido por surtos de doenças ou pragas e declínio, ou plantios coincidentes com implantação de loteamentos ou revitalizações, caracterizando povoamentos multiâneos relativamente jovens.

Esse tipo de distribuição decrescente do DAP também foi constatada em trabalhos realizados com a arborização de ruas de cidades da América do Norte por Rowntree e Nowak (1991), O'Brien, Joehlin e O'Brien (1992), Mcpherson (1998), Hartel e Miller (2002), Wachtel Tree Science & Service (2007) e Portland Parks & Recreation (2011).

Por outro lado, Meneghetti (2003) estudando a arborização da cidade de Santos, São Paulo, encontrou uma curva de distribuição dos DAPs correspondente à curva de distribuição unimodal, da mesma forma que observado para o ano de 2010.

Atente-se que, para este ano a curva de distribuição já mostra sinais de mudança com deslocamento da classe de maior frequência, da mesma forma que constatado por Fischer *et al.* (2007) em trabalho comparativo da arborização de ruas de Bloomington, Indiana, entre 1994 e 2007. Segundo Mcpherson e Rowntree (1989), o tipo de distribuição observada para 2010 está associada a moderadas taxas de plantio ou reposições, porém com maior concentração de árvores em estágio de maturidade provendo benefícios máximos.

Segundo Schaaf (2001) deve-se utilizar a mediana como medida de tendência central em distribuições de frequência decrescentes, pois a mesma não sofre influência dos valores extremos, tal qual a média.

Portanto, partindo-se da análise dos valores da mediana e da assimetria para cada ano observa-se que a distribuição diamétrica de 2010 em relação a 1984 se apresenta menos abrupta, com aumento no número de árvores nas classes superiores, conforme ilustrado na Figura 09. Salienta-se que a diminuição da assimetria está associada à diminuição do coeficiente de variação (de 94,93% para

74,10%) e da curtose (de 13,28 para 1,46) entre 1984 e 2010, que também evidenciam uma distribuição menos abrupta, com valores mais próximos à média e curva mais achatada.

Quando se analisa os dados de distribuição diamétrica de cada parcela amostrada (FIGURA 10) não se observa claramente a manutenção da tendência de distribuição decrescente entre 1984 e 2010, tal como para o total amostrado, apesar das mesmas apresentarem características multiâneas.

Para o ano de 1984, onze das quinze parcelas apresentaram distribuição diamétrica decrescente, com maior freqüência de indivíduos nas classes 0 - 10cm e 10 - 20cm, respectivamente. As exceções ocorreram para as parcelas Bacacheri 01, Biogrrilho, Mercês e Portão. As parcelas Bacacheri 01, Bigorrrilho e Portão apresentaram distribuição unimodal, já a parcela Mercês apresentou distribuição bimodal.

Para o ano de 2010 observa-se que as distribuições diamétricas foram decrescentes apenas para as parcelas Bacacheri 03, Bigorrrilho, Boqueirão, Cristo Rei, Jardim Social, Rebouças 02 e Seminário evidenciando o caráter multiâneo das mesmas. Entretanto, para todas elas, com exceção de Bacacheri 03, observou-se menor freqüência na menor classe, com maior freqüência na classe seguinte. Isto pode indicar ações de plantio antigas e poucos plantios recentes, possivelmente devido à falta de espaços que compatibilizem a harmonia entre as árvores e as estruturas urbanas, mas também devido a ações de vandalismo que suprimiram árvores, não tendo sido efetuados plantios de reposição em curto prazo de tempo.

A distribuição mais homogênea, quase linear, entre as classes de DAP observada para o ano de 2010 nas parcelas Alto da XV, Bacacheri 01, Bacacheri 02, Centro, Mercês, Portão e Rebouças 01, pode indicar a remoção de árvores de maior porte com tentativas recentes de substituição ou plantio de espécies de crescimento lento ou porte pequeno, a fim de diminuir os conflitos e problemas com a estrutura urbana, tais como: calçadas danificadas, necessidades freqüentes de podas de manutenção, quedas de galhos grandes, etc. Para Mcpherson e Rowntree (1989) esse tipo de situação pode indicar a existência de plantios antigos, senescentes, com grandes benefícios gerados pela massa verde formada, porém contrabalanceados pelos grandes riscos oferecidos e custos de remoção. Neste caso, programas de revitalização e replantio deveriam ser priorizados nas parcelas.

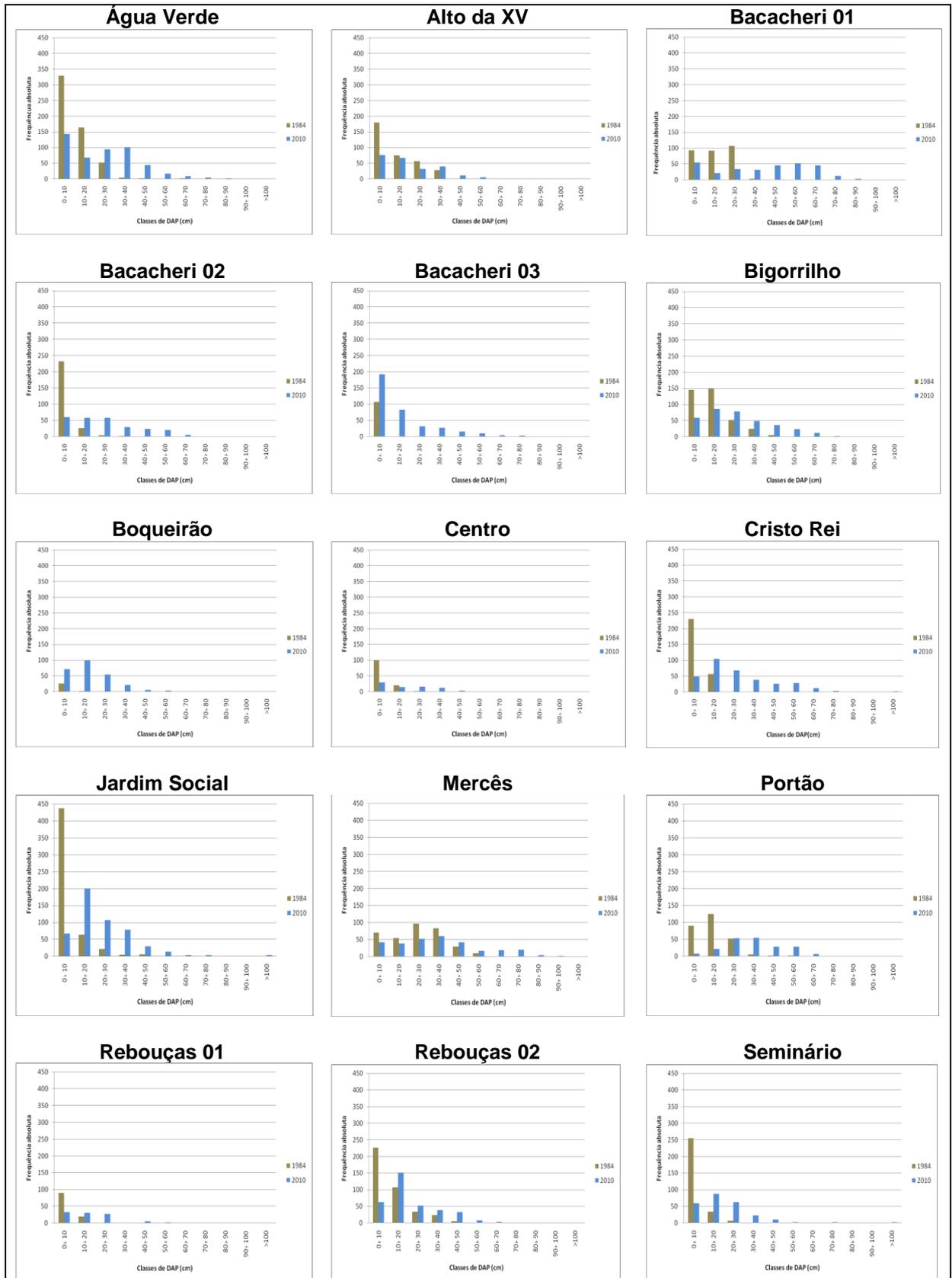


FIGURA 10 – EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS PARCELAS AMOSTRADAS

Fonte: O autor (2011)

Para a parcela Água Verde observa-se que a evolução da distribuição diamétrica passou de uma tendência decrescente para uma bimodal apresentando

duas classes com freqüências de indivíduos arbóreos próximas. Isto pode sugerir a manutenção de grande quantidade de árvores maiores e o plantio mais recente e intenso de árvores, tanto como estratégia para substituição gradual das árvores maiores quanto para implantação da arborização em ruas sem árvores. Para esta parcela, observou-se apenas o plantio de mudas e árvores pequenas com fins de ocupação de calçadas não arborizadas.

Para a parcela Portão observa-se que a distribuição diamétrica não é decrescente nem linear, porém aproxima-se de uma distribuição unimodal, com maior freqüência de indivíduos nas classes centrais. Esta é uma característica observada em povoamentos florestais (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010), mas também é observada para espécies florestais nativas como a araucária, a imbuia e a bracatinga quando analisadas individualmente (MACHADO *et al.*, 2006; MACHADO *et al.*, 2009; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2010). No caso da arborização de ruas pode indicar que não há um plantio contínuo de árvores, ocorrendo os mesmos em ciclos esporádicos e em baixa quantidade.

Os pares de distribuição diamétrica de cada parcela e do total foram comparados e analisados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, estando os resultados apresentados na Tabela 31.

O teste aplicado constatou que há diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade entre cada distribuição diamétrica analisada, demonstrando que não há aderência entre as mesmas.

TABELA 31 – TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AS DISTRIBUIÇÕES DIAMÉTRICAS

Parcelas	D_{máx}_{calc}	D_{máx}_{tab}
Água Verde	0,45213**	0,06925
Alto da XV	0,20168**	0,07365
Bacacheri 01	0,62406**	0,09490
Bacacheri 02	0,64349**	0,08370
Bacacheri 03	0,44969**	0,12967
Bigorriho	0,35904**	0,08351
Boqueirão	0,64950**	0,25702
Centro	0,43506**	0,12313
Cristo Rei	0,65190**	0,08014
Jardim Social	0,68987**	0,05891
Mercês	0,23385**	0,08763
Portão	0,63117**	0,09794
Rebouças 01	0,48081**	0,12909
Rebouças 02	0,39321**	0,06817
Seminário	0,61400**	0,07852
Total	0,35571**	0,02063

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Fonte: O autor (2011)

A distribuição diamétrica realizada para as oito principais espécies avaliadas e remanescentes entre as 15 principais espécies de 1984 e 2010 encontra-se representada na Figura 11.

Para todas as espécies foi observada uma evolução na distribuição diamétrica: de decrescente (maioria) ou indefinida para normal.

Couto (2006), em inventário realizado para a arborização de ruas do Bairro Benfica, Rio de Janeiro, e Wiseman (2010), em inventário realizado para a arborização de ruas da cidade de Radford, Virginia, também obtiveram distribuições diamétricas com curva de distribuição unimodal quando analisados os dados por espécie.

Para *A. negundo*, o reduzido quantitativo avaliado em 2010 é resultante de plantios que eram regularmente realizados com a espécie, mas que hoje em dia não se efetivam. A queda abrupta de frequência nas classes 40 + 50cm e 50 + 60cm se deve à maior proporção de remoção de árvores grandes devido aos problemas gerados pela intolerância da espécie às práticas de poda, (BIONDI E ALTHAUS, 2005) e pela menor resistência mecânica (MILANO, 1984). Estas características indesejáveis promovem susceptibilidade ao ataque de brocas, erva-de-passarinho e fungos apodrecedores com conseqüente debilitação da estabilidade estrutural.

Para *L. lucidum* a curva de distribuição tipicamente unimodal se deve aos plantios regularmente realizados pela prefeitura municipal em gestões administrativas anteriores a 2004, tendo em vista as características de tolerância da espécie ao estresse ambiental da arborização de ruas e às podas freqüentemente realizadas. Entretanto, a espécie deixou de ser produzida e plantada em virtude de seu caráter invasor.

Para *H. albus*, *C. leptophylla*, *P. rigida* e *T. tipu* a distribuição unimodal também se deve aos plantios que eram regularmente realizados, mas que em função de problemas relacionados às espécies (pragas, danos às calçadas, podridão de raízes, etc) deixaram de ser plantadas em maior proporção, fato este sugerido pela ausência ou ínfima frequência de exemplares na menor classe diamétrica.

Para as espécies *L. indica* e *H. chrysotrichus* a distribuição das árvores nas classes de diâmetro tende a apresentar forma semelhante à curva unimodal, mas com distribuição mais concentrada nas classes menores. Isso está relacionado a plantios regulares das espécies, por serem alternativas para calçadas de pequenas dimensões (*H. chrysotrichus*) ou sob fiação de transmissão de energia (*L. indica*) em

função de suas características de pequeno porte ou pequena dimensão de copa, além do efeito estético causado pela floração.

Dos dados apresentados depreende-se que as maiores freqüências de distribuição ocorreram para três espécies nas classes 10 + 20cm e 20 + 30cm (*H. albus*, *H. chrysotrichus* e *L. indica*), para duas espécies na classe 30 + 40cm (*A. negundo* e *L. lucidum*) e para duas espécies na classe 50 + 60cm (*P. rigida* e *T. tipu*).

A distinção observada pode auxiliar no agrupamento das espécies em três grupos subjetivos de tamanho: pequeno, médio e grande porte. Entretanto, esta definição seria melhor pautada se fosse considerada ainda a distribuição em classes de altura e de área de copa.

A análise do incremento periódico (IP) e do incremento periódico anual (IPA) foi realizada para as espécies remanescentes com mais de 30 indivíduos. A estatística descritiva dos resultados obtidos encontram-se na Tabela 32 e as distribuições dos incrementos na Figura 12.

Os dados apresentados demonstram que três espécies apresentaram IPA médio menor que 0,5 cm/ano (*A. colubrina*, *H. chrysotrichus* e *L. indica*), cinco espécies apresentaram IMA médio entre 0,5 e 1,0 cm/ano (*A. negundo*, *H. heptaphyllus*, *H. albus*, *L. lucidum* e *M. azedarach*) e quatro apresentaram IMA médio maior que 1,0 cm/ano (*C. leptophylla*, *J. mimosifolia*, *P. rigida* e *T. tipu*).

Ressalta-se que os valores foram obtidos para as condições de estresse fisiológico e ambiental pelo qual passam as árvores na arborização de ruas, as quais estão sujeitas a flutuações extremas na disponibilidade hídrica e temperatura do solo, indisponibilidade de nutrientes por baixa reposição, danos variados às raízes, tronco ou copa e maior susceptibilidade a pragas e doenças. Devido a isso, justifica-se também os moderados valores de coeficiente de variação obtidos.

Entretanto, para cada espécie foi observado valor máximo superior a 1,0 cm/ano de IPA, sendo para algumas superiores a 2,0 cm/ano.

A maior proporção de árvores foi observada na classe de incremento periódico 10 + 20 cm (34,08%) seguida da classe 20 + 30 cm (23,24%). Já para o IPA foi observada maior freqüência de árvores na classe 0,5 + 1,0 cm/ano (37,31%).

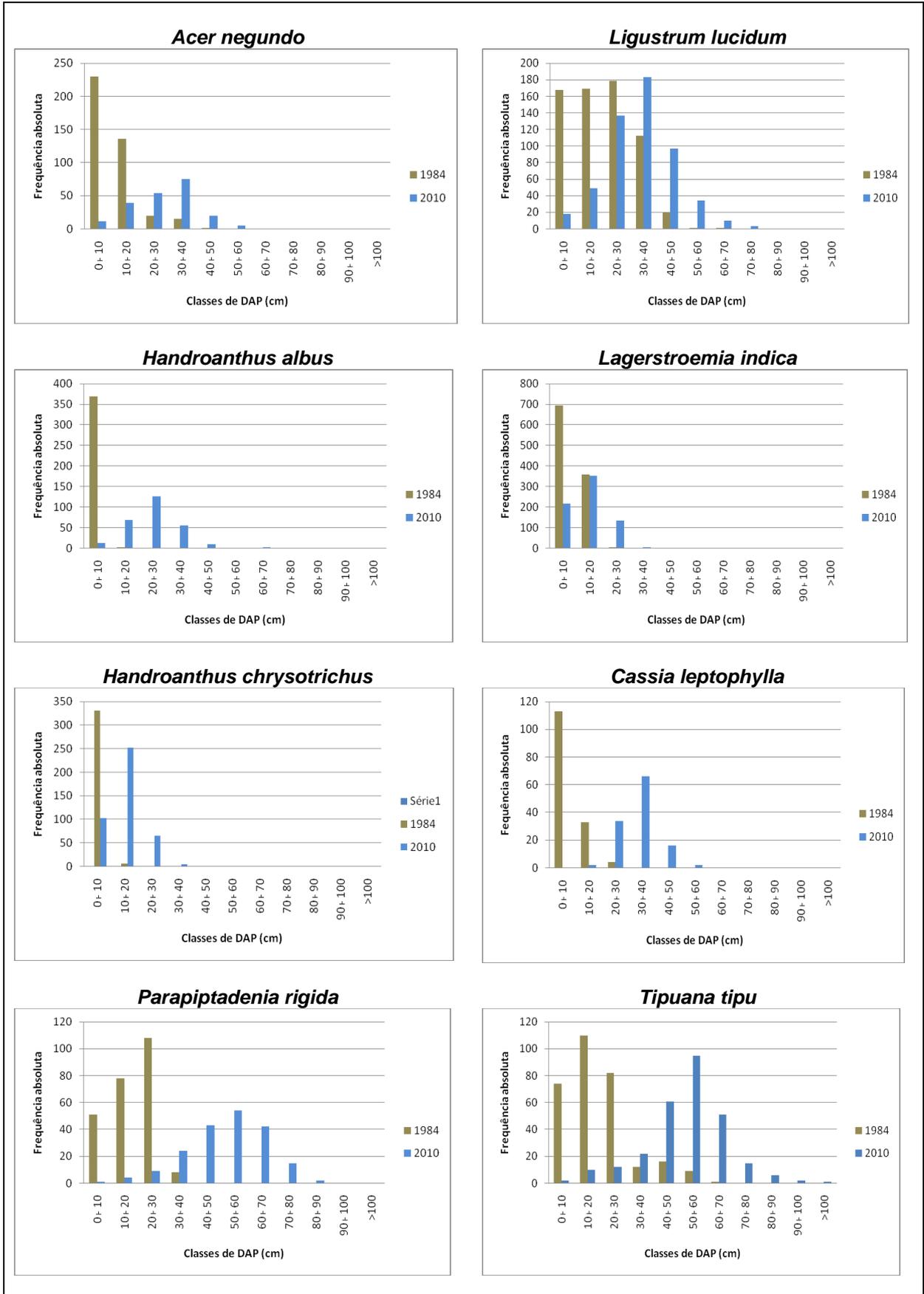


FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES REMANESCENTES ENTRE 1984 E 2010

Fonte: O autor (2011)

TABELA 32 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM DAP (CM)

ESPÉCIE		MÉDIA	MEDIANA	DESVIO	CV(%)	MIN	MAX
<i>Acer negundo</i>	IP	24,66	25,46	8,57	34,76	3,18	45,84
	IPA	0,95	0,98	0,33	34,76	0,12	1,76
<i>Anadenanthera colubrina</i>	IP	10,80	10,19	4,31	39,90	0,95	27,06
	IPA	0,42	0,39	0,17	39,90	0,04	1,04
<i>Cassia leptophylla</i>	IP	26,06	23,87	7,86	30,16	11,78	47,43
	IPA	1,00	0,92	0,30	30,16	0,45	1,82
<i>Handroanthus albus</i>	IP	20,94	20,05	8,14	38,86	1,27	56,66
	IPA	0,81	0,77	0,31	38,86	0,05	2,18
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	IP	12,34	12,10	3,71	30,04	2,86	31,83
	IPA	0,47	0,47	0,14	30,04	0,11	1,22
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	IP	25,14	21,65	14,07	55,96	6,05	67,80
	IPA	0,97	0,83	0,54	55,96	0,23	2,61
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	IP	30,54	25,94	14,01	45,86	11,78	76,39
	IPA	1,17	1,00	0,54	45,86	0,45	2,94
<i>Lagerstroemia indica</i>	IP	10,80	10,19	4,31	39,90	0,95	27,06
	IPA	0,42	0,39	0,17	39,90	0,04	1,04
<i>Ligustrum lucidum</i>	IP	17,98	16,55	10,23	56,87	1,27	63,98
	IPA	0,69	0,64	0,39	56,87	0,05	2,46
<i>Melia azedarach</i>	IP	19,43	16,87	10,15	52,26	6,37	48,70
	IPA	0,75	0,65	0,39	52,26	0,24	1,87
<i>Parapiptadenia rigida</i>	IP	33,91	34,70	10,26	30,25	1,91	58,89
	IPA	1,30	1,33	0,39	30,25	0,07	2,26
<i>Tipuana tipu</i>	IP	35,70	35,17	11,71	32,81	6,05	72,26
	IPA	1,37	1,35	0,45	32,81	0,23	2,78

Fonte: O autor (2011)

A distribuição diamétrica das árvores remanescentes destacada pela Figura 12 demonstra que há uma tendência da curva em evoluir de uma distribuição decrescente, típica de floresta multiânea, para uma distribuição unimodal, típica de reflorestamento. Essa evolução pode ser indício do amadurecimento e sustentabilidade da arborização de ruas, com novos plantios ocupando espaços ainda disponíveis e que podem compensar a remoção de árvores de maiores diâmetros. Entretanto, se mantidas as condições de quantitativo arbóreo observado a curva tenderá a evoluir da distribuição unimodal para ascendente, com maior número de indivíduos nas classes de maior diâmetro.

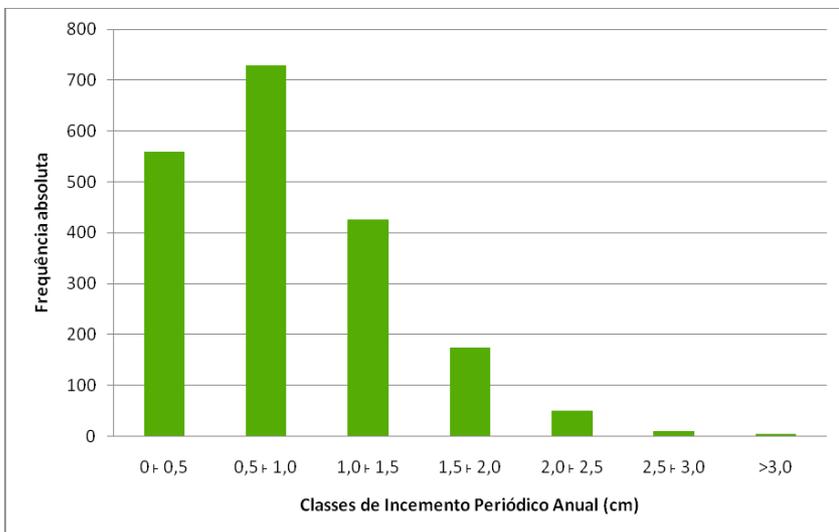
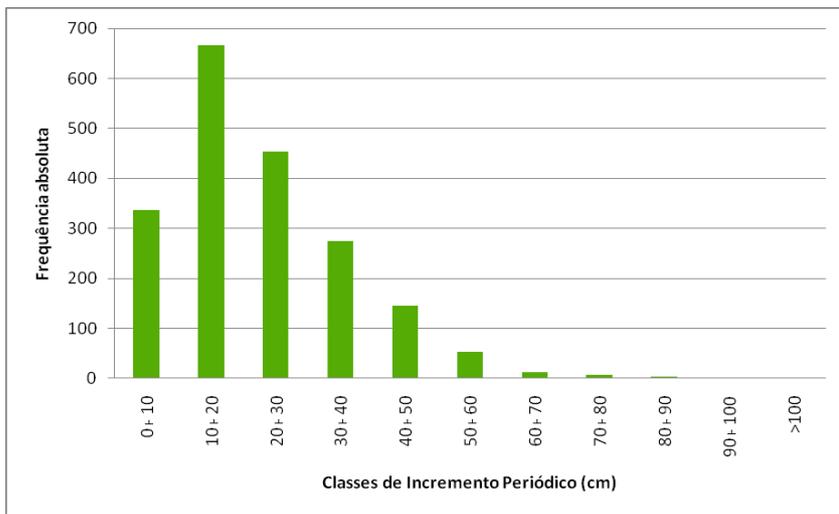
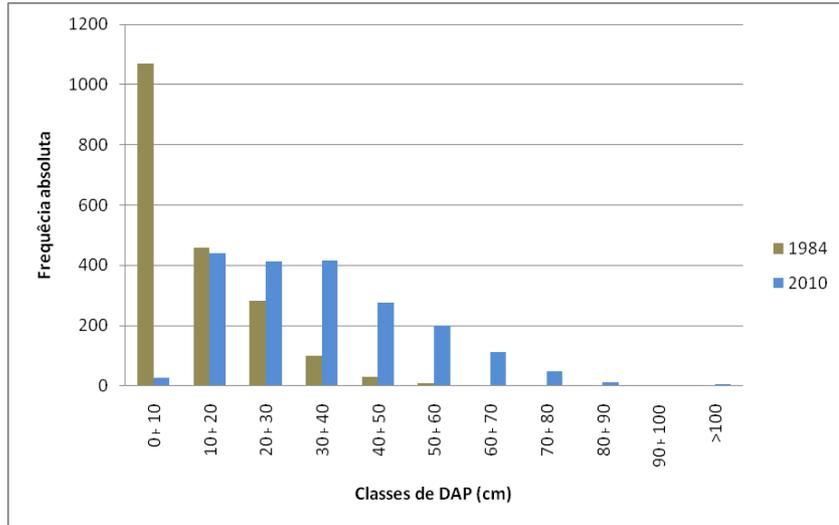


FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS ÁRVORES REMANESCENTES, DE INCREMENTO PERIÓDICO E INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DAP (CM)

Fonte: O autor (2011)

O balanço geral da dinâmica do DAP está representado na Tabela 33 por classe de distribuição diamétrica.

TABELA 33 – DINÂMICA DO TOTAL DE ÁRVORES REMANESCENTES, POR CLASSE DE DIAMETRO

CLASSES DE DAP	T84	T10	ARE	PI (%)	TREM	PI (%)	TING	PF (%)	SLIQ
0 + 10	1069	27	27	2,62	1041	97,38	0	0,00	-1041
10 + 20	459	440	32	6,97	427	93,03	408	92,73	-19
20 + 30	283	412	10	3,53	273	96,47	402	97,57	129
30 + 40	100	417	20	20,00	80	80,00	397	95,20	317
45 + 50	31	275	0	0,00	31	100,00	275	100,00	244
50 + 60	9	201	0	0,00	9	100,00	201	100,00	192
60 + 70	1	113	0	0,00	1	100,00	113	100,00	112
70 + 80	0	49	0	0,00	0	0,00	49	100,00	49
80 + 90	1	11	0	0,00	1	100,00	11	100,00	10
90 + 100	0	3	0	0,00	0	0,00	3	100,00	3
>100	1	6	0	0,00	1	100,00	6	100,00	5
Total	1954	1954	89	4,55	1865	95,45	1865	95,45	0

Legenda: T84 (total de árvores amostradas em 1984), T10 (total de árvores amostradas em 2010), ARE (total de árvores remanescentes), TREM (total de árvores removidas); TING (total de árvores ingressantes), SLIQ (saldo líquido), PI (proporção em relação ao número inicial), PF (proporção em relação ao número final)

Fonte: O autor (2011)

Em relação ao total de árvores remanescentes constatou-se que 89 árvores (4,55%) permaneceram nas mesmas classes diamétricas. A permanência na mesma classe está relacionada a um baixo incremento periódico, o qual é devido a injúrias recorrentes causadas às árvores que limitaram o crescimento, tal como poda drástica ou danos no tronco, observadas em espécies como *L. indica* e *L. lucidum*. Milano (1987) no estudo conduzido constatou que na cidade de Curitiba, Paraná, os maiores danos físicos observados em *L. lucidum* se devem às técnicas inadequadas de poda e condução adotadas.

Entretanto parte desse resultado é devido também à espécie *Syagrus romanzoffiana* (Jerivá) que apresentou ínfimo incremento em diâmetro em alguns indivíduos adultos remanescentes. Salienta-se que a condição de solo compactada também poderia afetar o desenvolvimento das árvores, pois de acordo com Gilman (2006) a existência de barreiras químicas ou físicas no solo podem afetar o crescimento das raízes das árvores, em profundidade e lateralmente.

A maior frequência de mudança foi observada para a classe 0 + 10 cm onde houve a remoção de 1041 árvores. Este elevado número em relação ao total de árvores remanescentes é justificado quando se observa a distribuição diamétrica da Figura 12, onde em 1984 há indicativo de maior frequência de árvores na classe inferior associada à menor frequência de árvores em 2010.

A mudança observada para a maior remoção de árvores nas duas classes inferiores está associada ao maior ingresso de árvores nas classes seguintes: 10 +

20 cm, 20 + 30 cm e 30 + 40 cm. Este fato é natural, já que foi constatado incremento positivo para as espécies e árvores remanescentes.

O saldo líquido da dinâmica aponta que para as duas classes inferiores o balanço foi negativo, caracterizado pela remoção de árvores destas classes e ingresso em classes superiores. Para as demais classes o saldo líquido foi positivo, sendo maior o ingresso de árvores do que a remoção, principalmente para a classe 30 + 40 cm. Isto evidencia, em parte, o amadurecimento da arborização de ruas entre 1984 e 2010, já que também houve expressivo recrutamento de árvores nas classes 50 + 60 cm e 60 + 70 cm.

4.2.3 Distribuição e incremento da altura

A distribuição em classes de altura para cada um dos inventários está representada na Figura 13 e a estatística descritiva consta na Tabela 34.

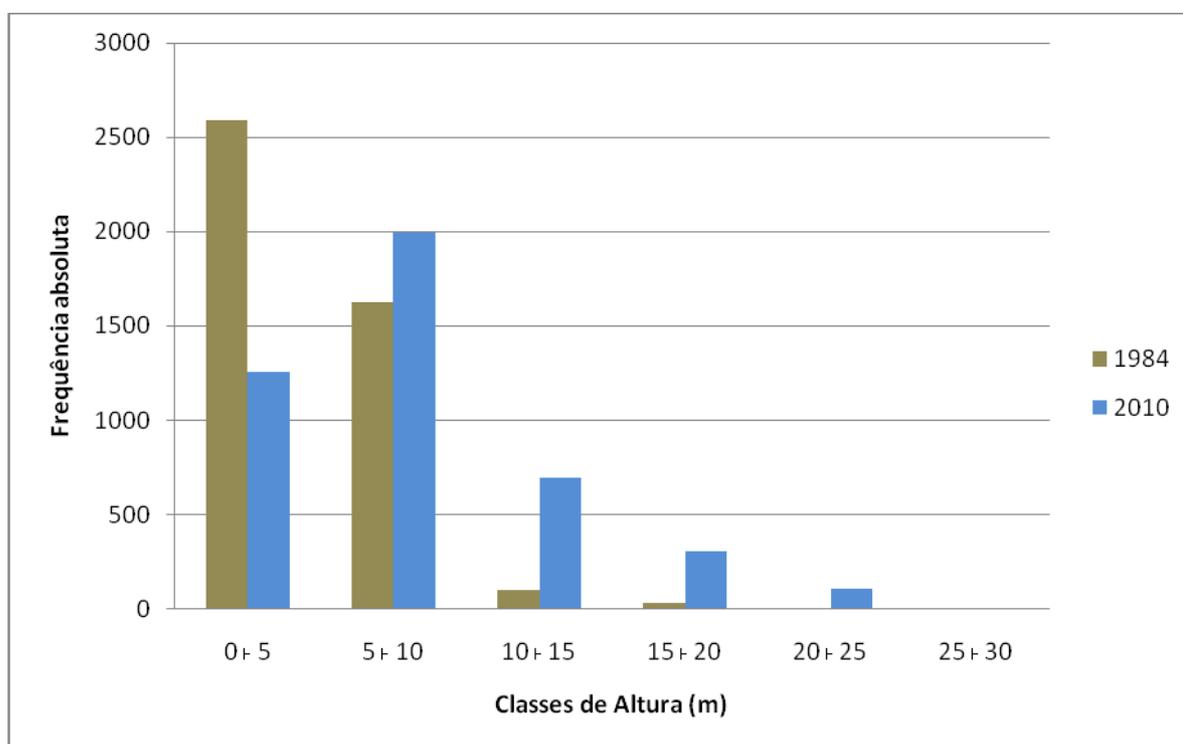


FIGURA 13 - EVOLUÇÃO DA FREQUÊNCIA DE ÁRVORES POR CLASSE DE ALTURA, PARA O TOTAL AMOSTRADO

Fonte: O autor (2011)

Tal como para o DAP, a distribuição das árvores nas classes de altura também foi decrescente, em forma de “J invertido”, para o ano e 1984 evidenciando

o caráter multiânneo da arborização analisada, mas também indicando uma população amostrada relativamente jovem. Já para o ano de 2010 percebe-se que a curva de distribuição é do tipo unimodal, dando indício do amadurecimento da arborização com moderadas taxas de plantio.

TABELA 34 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA ALTURA TOTAL (M) DAS ÁRVORES DE AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO

ESTATÍSTICA	1984	2010
Média	4,78	7,64
Mediana	4,30	6,50
Moda	3,00	5,00
Desvio padrão	2,43	4,64
Coefficiente de Variação	50,76	60,77
Curtose	7,06	1,01
Assimetria	1,79	1,09
Mínimo	0	0
Máximo	25,50	27
Contagem	4348	4360

Fonte: O autor (2011)

Nos trabalhos realizados por Rocha, Leles e Oliveira Neto (2004) na cidade de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro; Calixto Junior, Santana Filho e Lira Filho (2009) na cidade de Lavras da Mangabeira, Ceará; Almeida e Rondon Neto (2010) nas cidades de Colider e Matupá, Mato Grosso; e Strangheti e Silva (2010) na cidade de Uchôa, São Paulo, também foram observadas curvas de distribuição em classes de altura semelhantes para a arborização de ruas.

A mudança dos valores da média e da mediana da altura, com aumento entre 1984 e 2010 (TABELA 34), está relacionada com a mudança de classe de altura: de 0 + 5 m para 5 + 10 m.

A diminuição do valor da assimetria, da mesma forma que para o DAP, está indicando que a distribuição entre as classes está mais simétrica. Entretanto, devido à diminuição do valor da curtose e aumento do valor do coeficiente de variação, a distribuição observada está mais variável por ter indivíduos arbóreos representados em todas as classes. Isto também é um indicativo do amadurecimento da arborização das ruas da cidade de Curitiba e de sua sustentabilidade (plantios multiâneos, multiespecíficos, boa proporção de copas, etc).

Tanto os valores observados para a média quanto para a mediana indicam que as árvores plantadas nas ruas da cidade tendem a estar em altura aproximada à altura da rede de baixa tensão e da fiação de condução de cabos de telecomunicação, os quais geralmente estão implantados entre 4,0 m e 7,0 m de altura.

O aumento da frequência de árvores em classes de altura acima de 10 + 15m constitui um paradoxo técnico, pois ao mesmo tempo em que pode ser desejável por diminuir conflitos com a fiação de transmissão de energia, por ultrapassá-la e formar um manto de área verde agregando benefícios ambientais diversos, pode ser indesejável por constituir situação de maior risco de queda gerada por galhos de maior porte. Deve-se, portanto planejar a densidade de árvores e a correta execução das práticas de poda, para diminuir e evitar os riscos potenciais que sempre existirão, pois segundo Albers, Pokorny e Johnson (2003) para existir risco proporcionado por uma árvore basta haver um alvo em potencial.

Por outro lado, o aumento de frequência de árvores na classe de altura 5 + 10 m, pode não ser um fator desejável, pois indica que há maior concentração de árvores situadas entre a rede de alta tensão (geralmente entre 9,0 m – 12,0 m) e a rede de baixa tensão (geralmente entre 4,0 m e 7,0 m). Devido a isso, maiores são as necessidades de poda de manutenção e condução para diminuir conflitos gerados entre a expansão da copa e as faixas de segurança de cada rede. Isto pode ser um contracenso, pois impõe trabalho e custo extra, perdas estéticas e redução da vida útil das árvores se as mesmas atingem altura máxima nessa região.

A diminuição da frequência de árvores na primeira classe de altura tem relação com: recrutamento de árvores nas demais classes, devido ao incremento em altura, e diminuição do plantio de árvores, por possível saturação dos espaços disponíveis ao plantio.

Da mesma forma que para a distribuição diamétrica, quando se analisa os dados de distribuição em classes de altura em cada parcela (FIGURA 14) não se observa claramente a manutenção da tendência de distribuição decrescente entre 1984 e 2010, tal como para o total amostrado.

Para o ano de 1984 observa-se que onze parcelas apresentaram distribuição típica decrescente, porém três apresentaram distribuição aproximada à característica da curva unimodal (Bacacheri 01, Mercês e Portão) e uma apresentou distribuição indefinida (Boqueirão).

Já para o ano de 2010 observa-se que oito parcelas apresentaram distribuição aproximada à curva unimodal, porém quatro apresentaram distribuição típica decrescente (Água Verde, Bacacheri 03, Boqueirão e Rebouças 01) e três de forma indefinida (Alto da XV, Centro e Bacacheri 01).

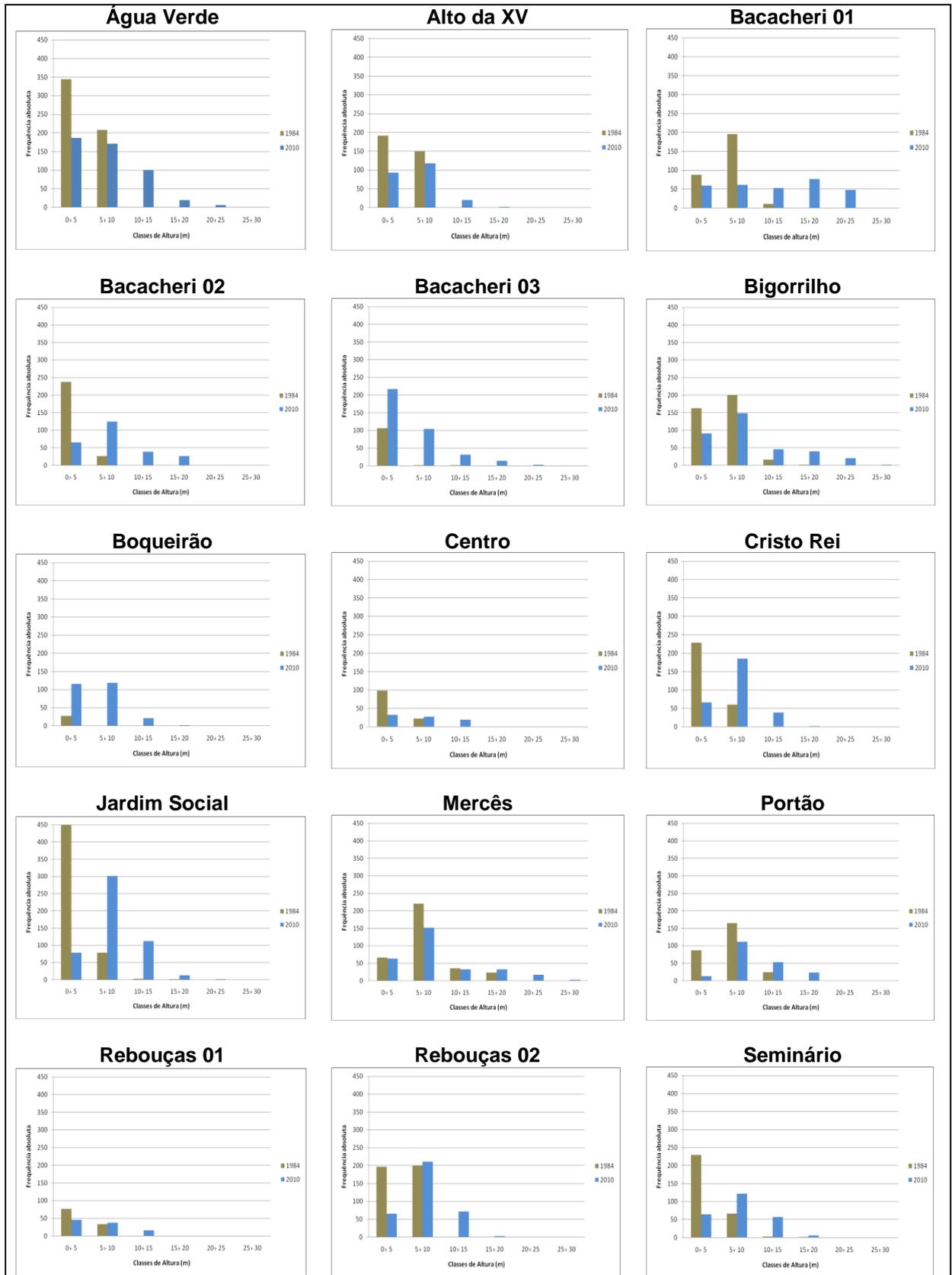


FIGURA 14 - EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO EM ALTURA DAS PARCELAS AMOSTRADAS

Fonte: O autor (2011)

A evolução da curva de distribuição da forma decrescente para unimodal foi a mais freqüente, tendo ocorrido em seis parcelas: Bacacheri 02, Bigorriho, Cristo

Rei, Jardim Social, Rebouças 02 e Seminário. Essa tendência de mudança pode ser um indicativo do amadurecimento e da sustentabilidade das parcelas em relação à distribuição das alturas, pois árvores distribuídas nas diferentes classes estão em geral relacionadas a diferentes idades, excetuando-se a influência negativa das podas drásticas e de rebaixamento que altera a altura potencial da árvore.

A mudança na curva de distribuição observada para as parcelas Alto da XV, Bacacheri 01 e Centro, para uma forma indefinida, pode estar relacionada às intervenções mais pesadas nas árvores, desde as podas drásticas até a remoção de árvores de forma concentrada em uma única classe de altura, ocasionando a descaracterização da naturalidade da distribuição da altura.

Ressalta-se que somente para a parcela Mercês foi observada a manutenção da característica de distribuição nas classes de altura, em ambos os anos com tendência a uma curva de distribuição unimodal.

Os pares de distribuição em classe de altura de cada parcela e do total foram comparados e analisados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, estando os resultados apresentados na Tabela 35.

TABELA 35 – TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AS CLASSES DE ALTURA (M)

PARCELAS	DMÁX_{calc}	DMÁX_{tab}
Água Verde	0,30714**	0,02063
Alto da XV	0,25573**	0,06925
Bacacheri 01	0,16098**	0,07365
Bacacheri 02	0,56003**	0,09490
Bacacheri 03	0,37556**	0,12967
Bigorriho	0,26399**	0,08351
Boqueirão	0,51467**	0,25702
Centro	0,39302**	0,12313
Cristo Rei	0,56564**	0,08014
Jardim Social	0,68658**	0,05891
Mercês	0,10847**	0,08763
Portão	0,28975**	0,09748
Rebouças 01	0,23369**	0,12909
Rebouças 02	0,30926**	0,06817
Seminário	0,50733**	0,07852
Total	0,30714**	0,02063

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Fonte: O autor (2011)

O teste aplicado constatou que há diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade entre cada distribuição em classes de altura analisada. Desta forma pode-se afirmar que houve mudança na forma das curvas de distribuição das alturas.

A distribuição em classes de altura para as oito principais espécies avaliadas e remanescentes entre as 15 principais espécies de 1984 e 2010 encontra-se representada na Figura 15.

Para todas as espécies foi observada evolução na curva de distribuição: de decrescente ou indefinida para unimodal, com exceção de *L. indica*. Nos trabalhos conduzidos por Meneghetti (2003) e Couto (2006), também foram obtidas distribuições em classes de altura com tendência à curva de distribuição unimodal quando analisados os dados por espécie.

Mediante análise da Figura 15 constatou-se que seis das oito espécies apresentaram maior frequência de árvores na classe de altura 5 + 10 m para o ano de 2010. Esta característica se deve ao recrutamento de árvores da classe 0 + 5 m onde ocorria a maior frequência em 1984.

Para as outras duas espécies, *P. rigida* e *T. tipu*, observa-se que houve maior recrutamento de árvores para a classe 15 + 20 m, oriundas principalmente da classe 5 + 10 m para a qual havia maior frequência em 1984. Esta mudança correspondente a duas classes se deve às características ecológicas das espécies que as expressam como de grande porte, resultantes de grandes incrementos anuais em altura. Os resultados obtidos para os valores máximos da altura de cada espécie ultrapassam aqueles citados por Biondi e Althaus (2005) como referência para as mesmas. Isto por exprimir a capacidade de superação das árvores às adversidades do ambiente urbano.

A curva de distribuição das classes de altura de *L. indica*, para o ano de 2010, apresenta forma indefinida com leve diferença entre as duas primeiras classes, sendo a primeira com menor frequência. Isto demonstra a interferência no processo de dinâmica da população da espécie, por meio do plantio de árvores, tendo em vista que esta é a espécie com maior frequência nas amostragens de 1984 e 2010. Entretanto, parte da presença de indivíduos na classe 0 + 5 m se deve à maior intensidade de podas de rebaixamento e drástica praticadas nas árvores da espécie, principalmente por causa das interferências na fiação de baixa tensão e fiação de condução de cabos de telecomunicação. Desse fato, supor-se-ia que a espécie, por ter pequeno porte, não deveria sofrer podas drásticas, pois tal medida seria totalmente desnecessária.

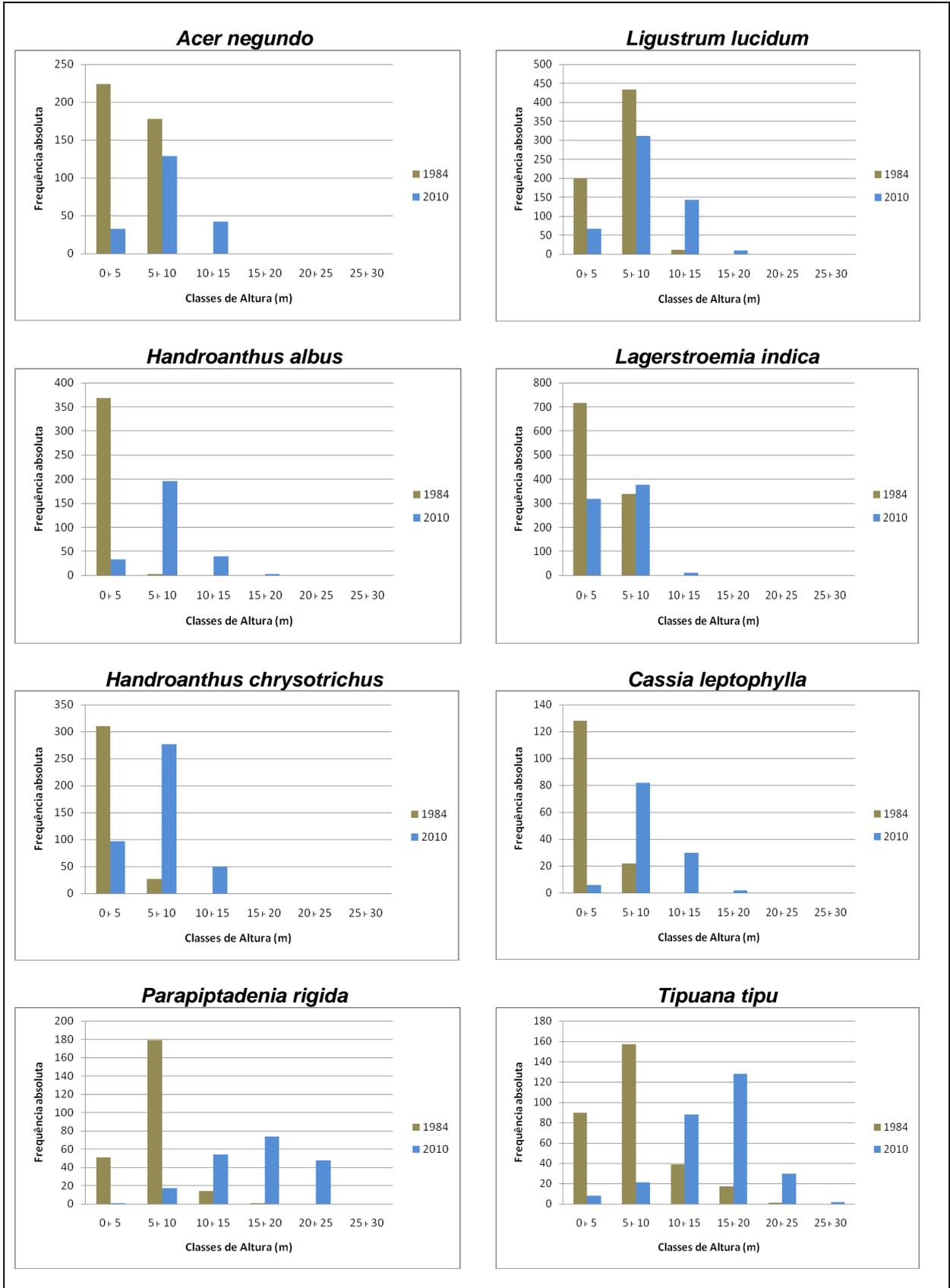


FIGURA 15 – DISTRIBUIÇÃO EM ALTURA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES REMANESCENTES ENTRE 1984 E 2010

Fonte: O autor (2011)

Apesar de não haver referências em literatura sobre o incremento periódico anual em altura para as espécies consideradas, esta informação é importante para o gestor da arborização de ruas, pois na fase de planejamento há necessidade de conhecimento prévio sobre as características das espécies que possam propiciar conflitos com estruturas urbanas, bem como as potencialidades para contornar problemas e conciliar a implantação de árvores junto a estruturas como as redes de distribuição de energia elétrica. Os resultados da análise do incremento periódico (IP) e do incremento periódico anual (IPA) encontram-se nas Tabelas 36 e 37 e Figura 16.

TABELA 36 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM ALTURA (M) PARA AS ESPÉCIES REMANESCENTES COM MAIS DE 30 INDIVÍDUOS

ESPÉCIE		MÉDIA	MEDIANA	DESVIO	CV(%)	MIN	MAX
<i>Acer negundo</i>	IP	3,59	3,45	2,34	65,24	-2,70	9,40
	IPA	0,14	0,13	0,09	65,24	-0,10	0,36
<i>Anadenanthera colubrina</i>	IP	12,19	11,90	4,52	37,09	2,20	25,30
	IPA	0,47	0,46	0,17	37,09	0,08	0,97
<i>Cassia leptophylla</i>	IP	4,41	4,10	2,23	50,53	-0,20	10,10
	IPA	0,17	0,16	0,09	50,53	-0,01	0,39
<i>Handroanthus albus</i>	IP	4,46	4,15	2,62	58,75	-1,80	14,60
	IPA	0,17	0,16	0,10	58,75	-0,07	0,56
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	IP	4,37	4,05	1,96	44,83	0,30	10,00
	IPA	0,17	0,16	0,08	44,83	0,01	0,38
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	IP	7,71	7,80	3,85	49,88	0,50	14,90
	IPA	0,30	0,30	0,15	49,88	0,02	0,57
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	IP	6,06	5,80	3,10	51,22	0,60	15,30
	IPA	0,23	0,22	0,12	51,22	0,02	0,59
<i>Lagerstroemia indica</i>	IP	1,83	1,70	1,85	100,99	-2,20	7,50
	IPA	0,07	0,07	0,07	100,99	-0,08	0,29
<i>Ligustrum lucidum</i>	IP	2,72	2,40	3,23	118,93	-5,40	12,70
	IPA	0,10	0,09	0,12	118,93	-0,21	0,49
<i>Melia azedarach</i>	IP	1,90	1,65	2,73	143,84	-2,00	12,60
	IPA	0,07	0,06	0,10	143,84	-0,08	0,48
<i>Parapiptadenia rigida</i>	IP	9,23	9,45	3,76	40,77	-0,20	17,10
	IPA	0,35	0,36	0,14	40,77	-0,01	0,66
<i>Tipuana tipu</i>	IP	8,54	9,30	3,76	44,07	-1,50	17,50
	IPA	0,33	0,36	0,14	44,07	-0,06	0,67

Fonte: O autor (2011)

Os dados apresentados na Tabela 36 demonstram que todas as espécies apresentaram IPA médio em altura dentro da classe $0 \pm 0,5$ m/ano, porém com destaque para os dois extremos: *L. indica* com 0,07 m/ano e *A. colubrina* com 0,47 m/ano. Estes resultados além de serem dependentes das características genéticas das espécies e das condições ambientais locais são influenciados pelas práticas de manejo adotadas (tipos, intensidade e frequência de podas).

Por outro lado, quando se analisa os valores máximos de IPA em altura de cada espécie tem-se que apenas seis espécies apresentaram valores maiores que 0,5m/ano (*A. colubrina*, *H. albus*, *H. heptaphyllus*, *J. mimosifolia*, *P. rigida* e *T. tipu*).

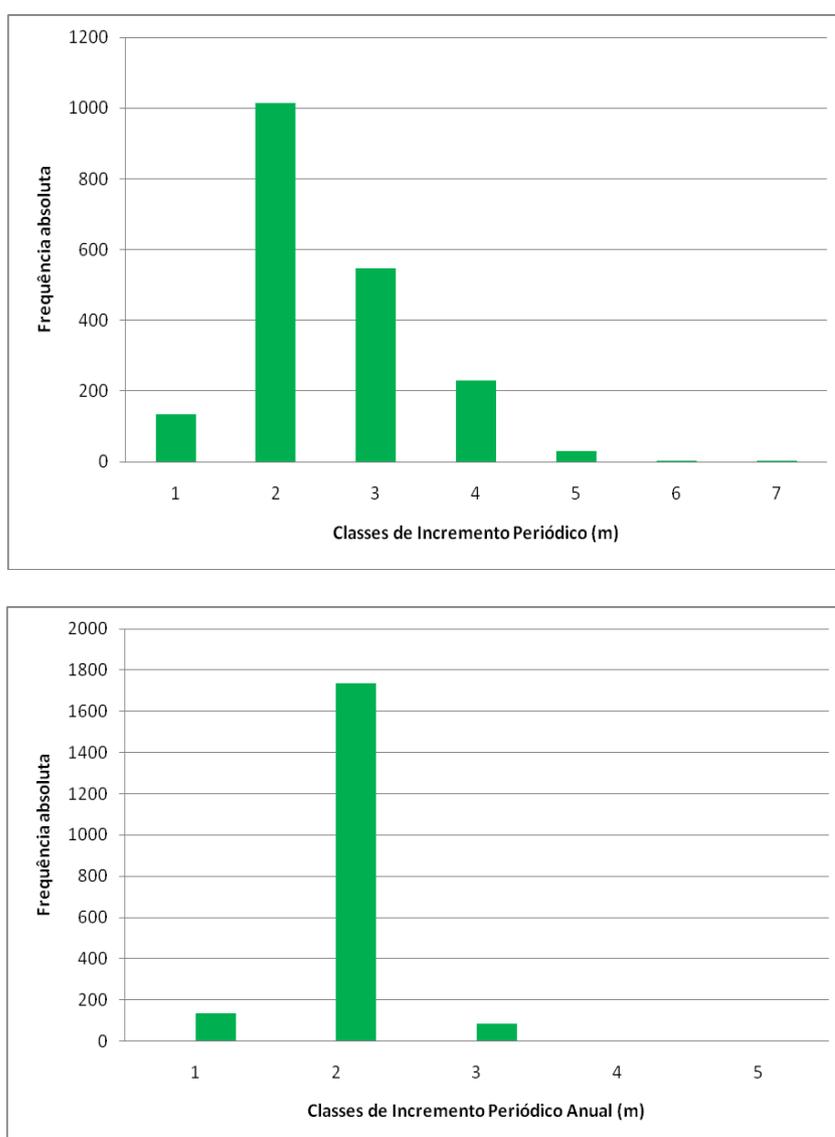


FIGURA 16 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (1984-2010) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ALTURA (M)

Salienta-se que os altos coeficientes de variação observados para as espécies *L. indica*, *L. lucidum* e *M. azedarach* se deve às podas drásticas e de

rebaixamento comumente aplicadas aos indivíduos das espécies, principalmente pela crença no revigoramento da árvore (KARLOVICH; GRONINGER; CLOSE, 2000) e tolerância das espécies a estas práticas de manejo mais pesadas e contínuas.

TABELA 37 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM ALTURA (M)

CLASSES DE IP			IP	CLASSES DE IMA			IMA
1	(-)5 + 0		134	1	(-)0,5 + 0		134
2	0 + 5		1014	2	0 + 0,5		1736
3	5 + 10		546	3	0,5 + 1,0		84
4	10 + 15		229	4	1,0 + 1,5		0
5	15 + 20		29	5	1,5 + 2,0		0
6	20 + 25		1				
7	25 + 30		1				

A maior frequência de árvores foi observada na classe de incremento periódico 0 + 5 m (51,89%) seguida da classe 5 + 10 m (27,94%). Já para o IPA, a maior frequência de árvores foi observada na classe 0 + 0,5 m/ano (88,84%).

O balanço geral da dinâmica da altura das árvores remanescentes da arborização de ruas avaliada está representado na Tabela 38, por classe de distribuição.

TABELA 38 – DINÂMICA DO TOTAL DE ÁRVORES REMANESCENTES, POR CLASSE DE ALTURA

CLASSES DE H	T84	T10	ARE	PI (%)	TREM	PI (%)	TING	PF (%)	SLIQ
0 + 5	1048	125	80	7,63	968	92,37	45	36,00	-923
5 + 10	822	1011	343	41,73	479	58,27	668	66,07	189
10 + 15	63	457	14	22,22	49	77,78	443	96,94	394
15 + 20	20	264	11	55,00	9	45,00	253	95,83	244
20 + 25	1	91	0	0,00	1	100,00	91	100,00	90
25 + 30	0	6	0	0,00	0	0,00	6	100,00	6
Total	1954	1954	448	22,93	1506	77,07	1506	77,07	0

Legenda: T84 (total de árvores amostradas em 1984), T10 (total de árvores amostradas em 2010), ARE (total de árvores remanescentes), TREM (total de árvores removidas); TING (total de árvores ingressantes), SLIQ (saldo líquido), PI (proporção em relação ao número inicial), PF (proporção em relação ao número final)

Fonte: O autor (2011)

Em relação ao total de árvores remanescentes constatou-se que 448 árvores (22,93%) permaneceram nas mesmas classes de altura. A permanência na mesma classe está relacionada, em parte, a um baixo incremento periódico em altura característico de algumas espécies como *L. indica*, que atinge altura máxima igual a 7 m (ROTTA; TAVARES; SOUZA-LANG, 1996), mas essencialmente se deve às práticas de manejo com podas recorrentes adotadas para eliminar conflito entre a copa das árvores e a fiação de transmissão de energia e condutora dos cabos de

telecomunicação. Essa constatação é reforçada pelo fato da maioria das espécies remanescentes estarem enquadradas dentro da classe 5 + 10 m que é exatamente o local situado entre as redes de baixa e alta tensão.

A maior frequência de mudança de classe de altura com recrutamento em outras foi observada para a classe 0 + 5m onde houve a remoção de 968 árvores (92,37%). Este elevado número em relação ao total de árvores remanescentes de 1984 evidencia apenas a expressão natural do crescimento das árvores. Da mesma forma, a mudança observada para a maior remoção de árvores nas duas classes inferiores associada ao maior ingresso de árvores nas classes 5 + 10 m, 10 + 15 m é consequência do crescimento, mais proeminente apenas para algumas espécies como *A. colubrina*, *P. rigida* e *T. tipu*.

Ressalta-se que o valor encontrado para ingresso de árvores na classe 0 + 5 m se deve exclusivamente às podas drásticas ou de rebaixamento efetuadas continuamente sobre algumas árvores.

O saldo líquido da dinâmica aponta que para a classe inferior o balanço foi negativo, caracterizado pela remoção de árvores com ingresso em classes superiores. Para as demais classes o saldo líquido foi positivo, sendo maior o ingresso de árvores do que a remoção, principalmente para a classe 10 + 15 m, porém com expressivo ingresso de árvores na classe 15 + 20 m. Este fato evidencia a tendência das árvores em atingirem alturas acima da linha de projeção da rede de alta tensão formando o manto verde característico da arborização de algumas ruas da cidade de Curitiba.

4.2.4 Distribuição e incremento da área de copa

A distribuição da área de copa está representada na Figura 17 e Tabela 39, onde constam informações sobre cada classe definida.

A distribuição das árvores nas classes de área de copa em ambos os anos também seguiu a tendência decrescente, em forma de “J invertido”, evidenciando o caráter multiâneo da arborização analisada. Almeida e Rondon Neto (2010) também constataram essa tendência na distribuição dos dados da arborização de ruas em classes de diâmetro de copa.

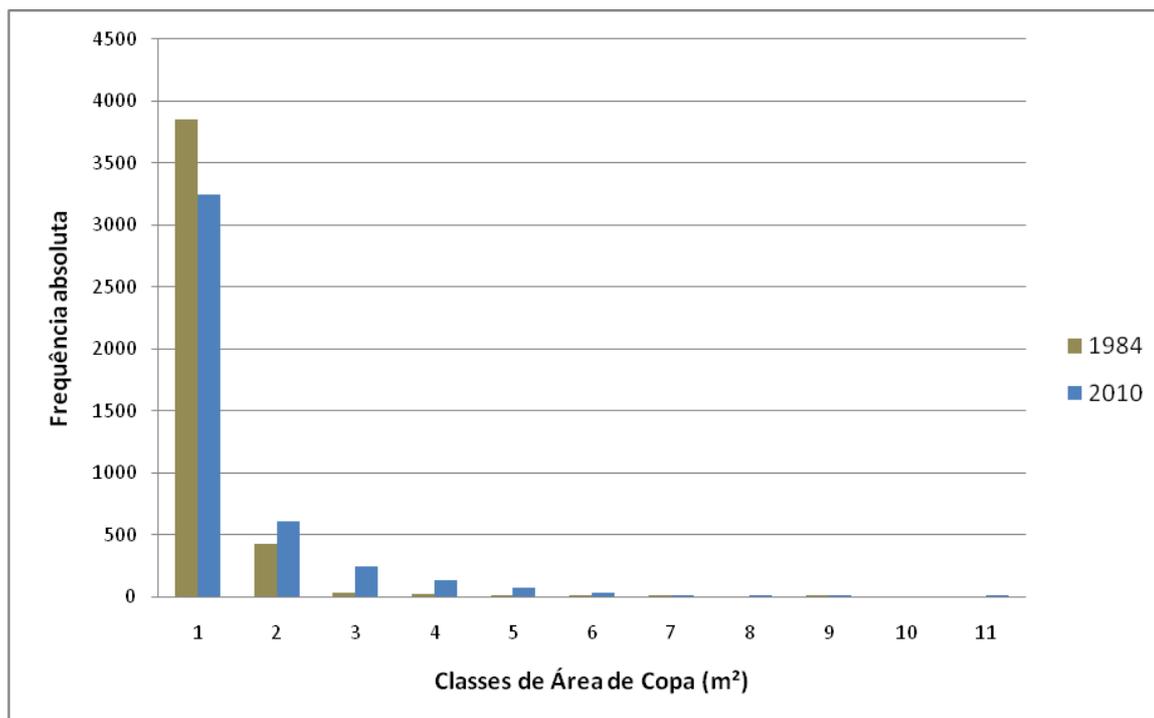


FIGURA 17 - EVOLUÇÃO DA FREQUÊNCIA DE ÁRVORES POR CLASSE DE ÁREA DE COPA, PARA O TOTAL AMOSTRADO

Fonte: O autor (2011)

TABELA 39 – DISTRIBUIÇÃO EM CLASSES DE ÁREA DE COPA (M²) PARA AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO

CLASSES DE ÁREA DE COPA	1984	PROP (%)	2010	PROP (%)
1	3854	88,64	3242	74,36
2	423	9,73	607	13,92
3	34	0,78	242	5,55
4	18	0,41	136	3,12
5	7	0,16	76	1,74
6	9	0,21	33	0,76
7	2	0,05	15	0,34
8	0	0,00	6	0,14
9	1	0,02	2	0,05
10	0	0,00	0	0,00
11	0	0,00	1	0,02
Total	4348	100	4360	100

Fonte: O autor (2011)

Os valores referentes à assimetria e curtose, apresentados na Tabela 40, demonstram que as distribuições da área de copa se tornaram mais simétricas em 2010 com curva menos abrupta, porém quando comparadas às distribuições do DAP e da altura apresentam-se mais assimétricas e abruptas.

A menor assimetria entre as classes em 2010 se deve à observação de copas com áreas maiores, diluindo o quantitativo por todas as classes, pois houve redução de frequência na primeira classe e aumento nas demais.

TABELA 40 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA ÁREA DE COPA (M) DAS ÁRVORES DE AMBOS OS ANOS DE AVALIAÇÃO

ESTATÍSTICA	1984	2010
Média	18,95	42,05
Mediana	8,04	22,06
Moda	0,50	0
Desvio padrão	29,52	56,03
Coefficiente de Variação	155,77	133,24
Curtose	29,42	8,27
Assimetria	4,13	2,56
Mínimo	0	0
Máximo	415,48	500,74
Contagem	4348	4360

Fonte: O autor (2011)

Observando-se a Tabela 39 percebe-se que os maiores aumentos de frequência ocorreram nas classes 100 + 150 m², 150 + 200 m² e 200 + 250 m². Nestas, os valores proporcionais de aumento foram respectivamente iguais a 611,76%, 655,56% e 985,71%.

O aumento tanto do valor médio quanto da mediana da área de copa, que proporcionalmente foram iguais a 121,90% e 174,38%, é um indicativo de melhor recobrimento das ruas pelo manto de copa entre os anos de 1984 e 2010.

Apesar da redução do coeficiente de variação em 2010, os altos valores obtidos se devem à ampla variedade de formas e respectivas áreas de copa observadas entre as espécies amostradas. Além disso, deve-se às práticas de poda aplicadas nas árvores que podem alterar a arquitetura típica das mesmas.

Ao contrário das distribuições do DAP e da altura, a análise elaborada para cada parcela (FIGURA 18) demonstrou que entre os anos de avaliação foi mantida a tendência da curva decrescente da área de copa.

As maiores diferenças entre as frequências das classes 0 + 50 m² e 50 + 100 m², observadas para as parcelas Água Verde, Bacacheri 03, Jardim Social e Rebouças 02, sugerem que haja maior número de árvores pequenas provenientes dos últimos plantios ou plantio advindos de espécies com características de pequeno porte as quais possuem tendência a desenvolver copas de pequenas dimensões.

Para as parcelas Bacacheri 01 e Portão constatou-se que a distribuição das áreas de copa, apesar da característica decrescente, se apresentou menos abrupta e mais simétrica entre as classes. Este fato pode ser explicado pelo equilíbrio quantitativo entre árvores de grande porte e espécies de pequena dimensão de copa ou provenientes de plantios mais recentes. Entretanto, para a parcela Bacacheri 01, conforme demonstrado na Figura 18 há expressiva frequência de árvores com área

de copa na classe 100 + 150 m² e maiores, essencialmente compostas por árvores de *Parapiptadenia rigida* (Angico).

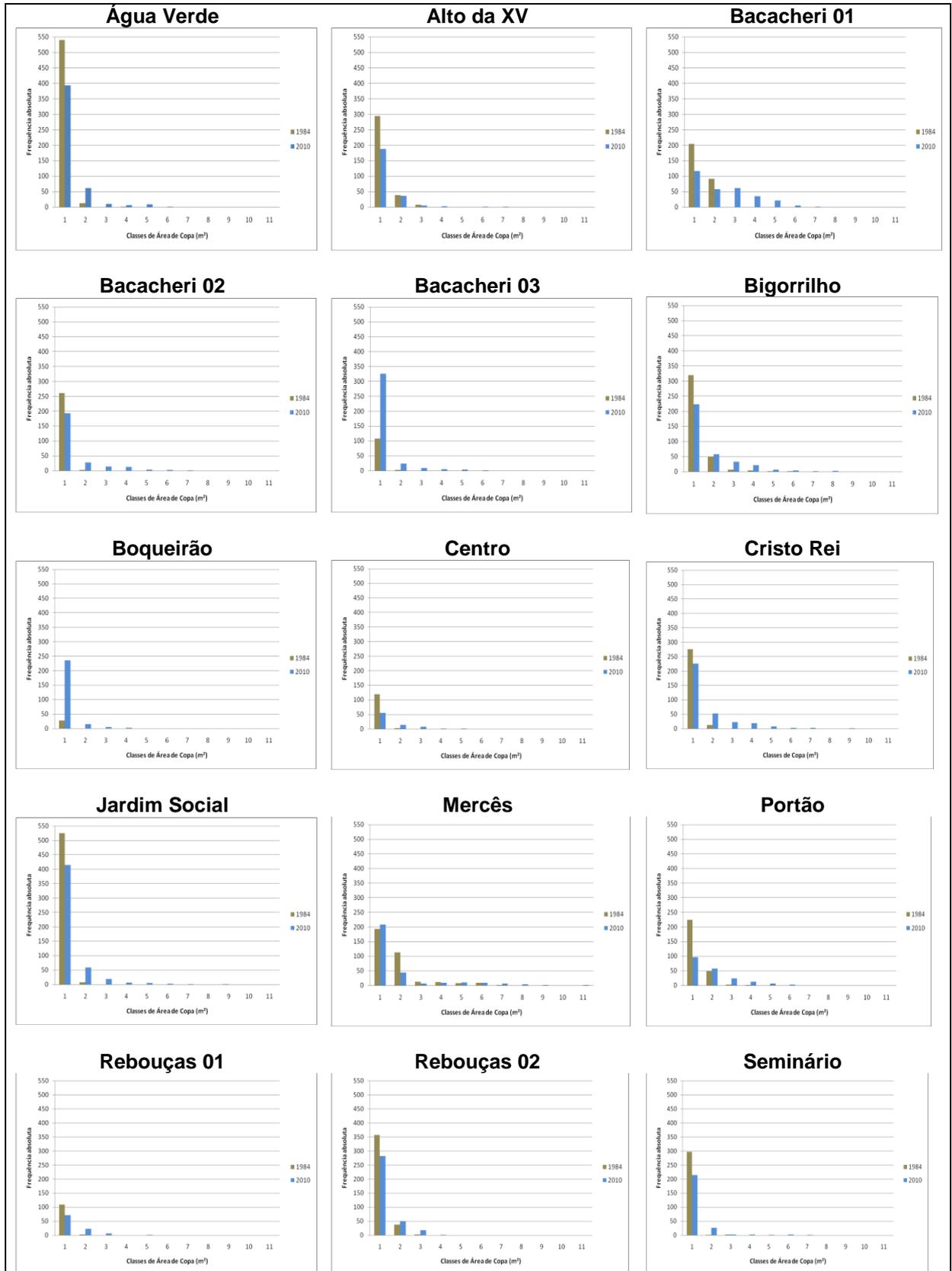


FIGURA 18 - EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO EM CLASSES DE ÁREA DE COPA DAS PARCELAS AMOSTRADAS

Para a parcela Mercês, o aumento da frequência de árvores com área de copa na classe 0 + 50 m² entre 1984 e 2010 se deve muito mais às podas drásticas efetuadas sobre os indivíduos de *L. lucidum*, alterando sua forma e área, do que à contribuição de novos plantios ou de espécies com copa tipicamente de pequena extensão. Salienta-se que esta espécie compõe mais de 50% do total arbóreo da amostra.

TABELA 41 – TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA AS CLASSES DE ÁREA DE COPA (M²)

Parcelas	Dmáx _{calc}	Dmáx _{tab}
Água Verde	0,15730**	0,05778
Alto da XV	0,05530 ^{ns}	0,07365
Bacacheri 01	0,41611**	0,09490
Bacacheri 02	0,23177**	0,08370
Bacacheri 03	0,09835 ^{ns}	0,12967
Bigorriho	0,19462**	0,06967
Boqueirão	0,08527 ^{ns}	0,25702
Centro	0,27028**	0,12313
Cristo Rei	0,28169**	0,08014
Jardim Social	0,16806**	0,05891
Mercês	-0,14018**	0,07311
Portão	0,32366**	0,08171
Rebouças 01	0,27198**	0,12909
Rebouças 02	0,09127**	0,06817
Seminário	0,13400**	0,07852
Total	0,14281**	0,02063

** significativo ao nível de 1% de probabilidade
^{ns} não significativo

Fonte: O autor (2011)

O resultado da análise estatística das distribuições em classes de área de copa, tanto para cada parcela quanto para o total, encontra-se na Tabela 41. O teste de Kolmogorov-Smirnov aplicado às distribuições demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa para as parcelas Alto da XV, Bacacheri 03 e Boqueirão, porém para as demais parcelas constatou-se que a diferença foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, não havendo aderência entre as distribuições.

A Figura 19 apresenta a distribuição em classes de área de copa das oito principais espécies remanescentes. Entre os anos de 1984 e 2010 as curvas de distribuição mantiveram a tendência decrescente para as espécies *A. negundo*, *L. lucidum* e *H. albus*, mudaram de uma forma indefinida representada por uma única classe para decrescente abrupta para as espécies *L. indica* e *H. chrysotrichus* e mudaram de decrescente para uma tendência de aproximação à curva unimodal para as espécies *C. leptophylla*, *P. rigida* e *T. tipu*.

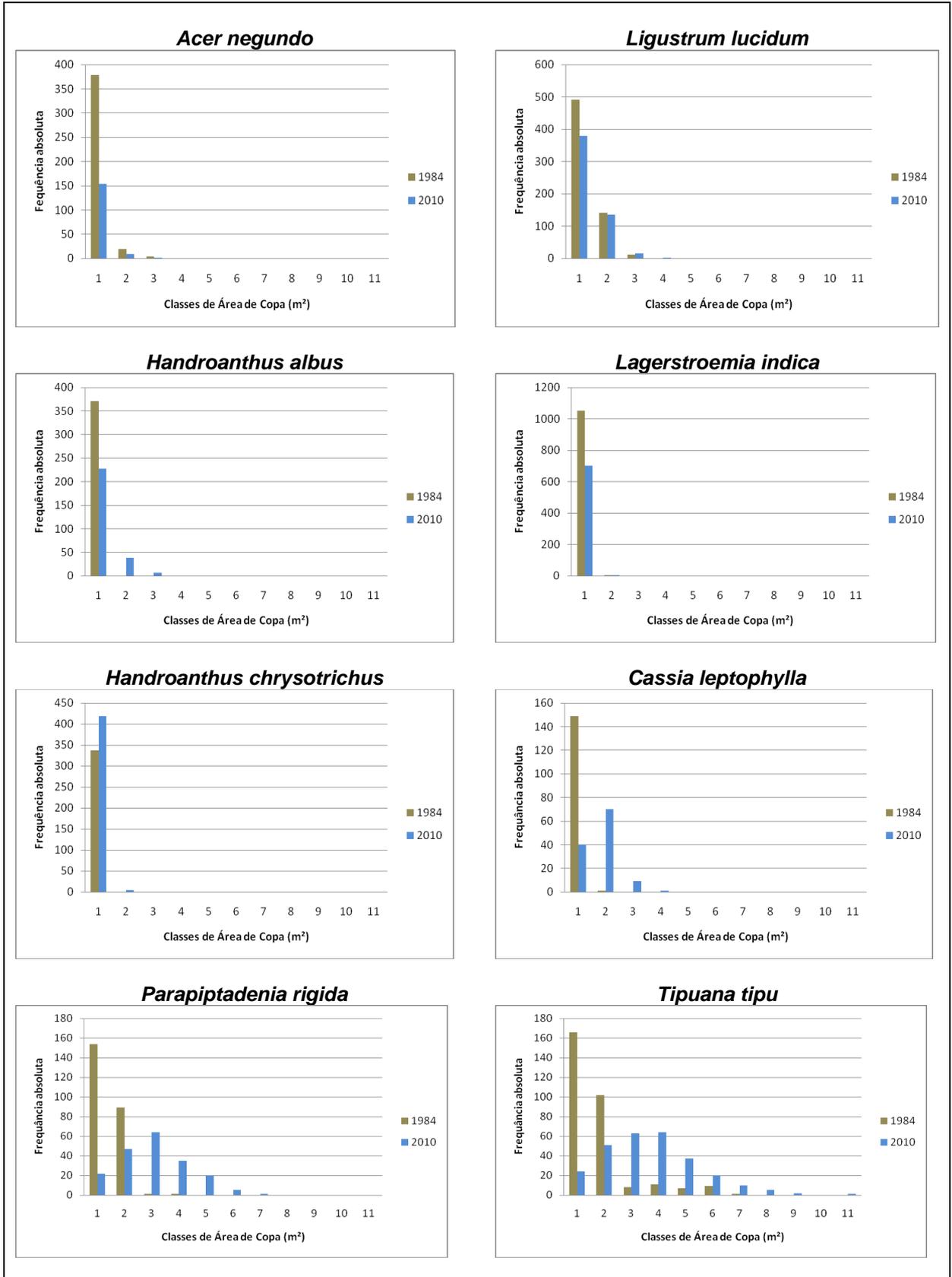


FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE COPA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES REMANESCENTES ENTRE 1984 E 2010

Fonte: O autor (2011)

A mudança de tendência de curva decrescente para unimodal apresentou-se como uma leve tendência para *C. leptophylla*, entretanto para *P. rigida* e *T. tipu* a distribuição das classes de área de copa estão bem características de uma curva de distribuição normal. Para estas duas últimas espécies, a maior frequência de área de copa das árvores mudou para ambas das classes 0 + 50 m² para as respectivas classes 100 + 150 m² e 150 + 200 m².

Para as espécies *L. indica* e *H. chrysotrichus* quase a totalidade da frequência de árvores se deu na classe 0 + 50 m². Isto evidencia a característica de pequena projeção de copa destas espécies, úteis para locais onde haja limitação de espaço. Porém, a espécie *H. chrysotrichus* não é indicada para plantio sob fiação devido ao caráter ortotrópico de sua arquitetura de copa.

Apesar da manutenção da tendência de curva decrescente, *A. negundo* apresentou uma distribuição menos proeminente em 2010, possivelmente devido às remoções das árvores adultas desta espécie, por problemas fitossanitários já relatados, o que pode ter interferido na expressão da real área de copa da espécie.

Ressalta-se que as curvas de distribuição apresentadas pela espécie *L. lucidum* mantiveram a tendência decrescente, concentrada nas mesmas classes. Esta manutenção de tendência deriva das práticas de poda drástica que se observa com mais frequência efetuadas nesta espécie. Isto pode ter impedido a tendência de normalização da curva de distribuição, ao contrário do que ocorreu para *P. rigida* e *T. tipu*.

Os resultados obtidos para o incremento periódico e incremento periódico anual em área de copa foram distribuídos em classes, correspondentes àquelas descritas na Tabela 42, e estão representados na Figura 20.

Verifica-se que a maior frequência de incremento periódico se deu na classe 0 + 50 m² (54,50%) e a maior frequência de incremento periódico anual se deu na classe 0 + 5,0 m²/ano (76,20%).

Entretanto, vale destacar a frequência de árvores que tiveram incremento negativo, seja IP ou IPA. Nesta condição foram 300 árvores (15,35%) distribuídas entre as classes de IP (-)150 + (-)100 m², (-)100 + (-)50 m² e (-)50 + 0 m². Isto se deve essencialmente às podas drásticas efetuadas sobre as mesmas, muitas vezes recorrentes, mas também a podas de rebaixamento recorrentes que podem confinar a forma e área de copa dentro de um determinado limite. Porém, parte das árvores integrantes da classe 0 + 50 m² podem ter copas atuais resultantes de podas

drásticas anteriores e que devido ao crescimento reconformaram a copa para uma área pouco acima do valor mensurado em 1984.

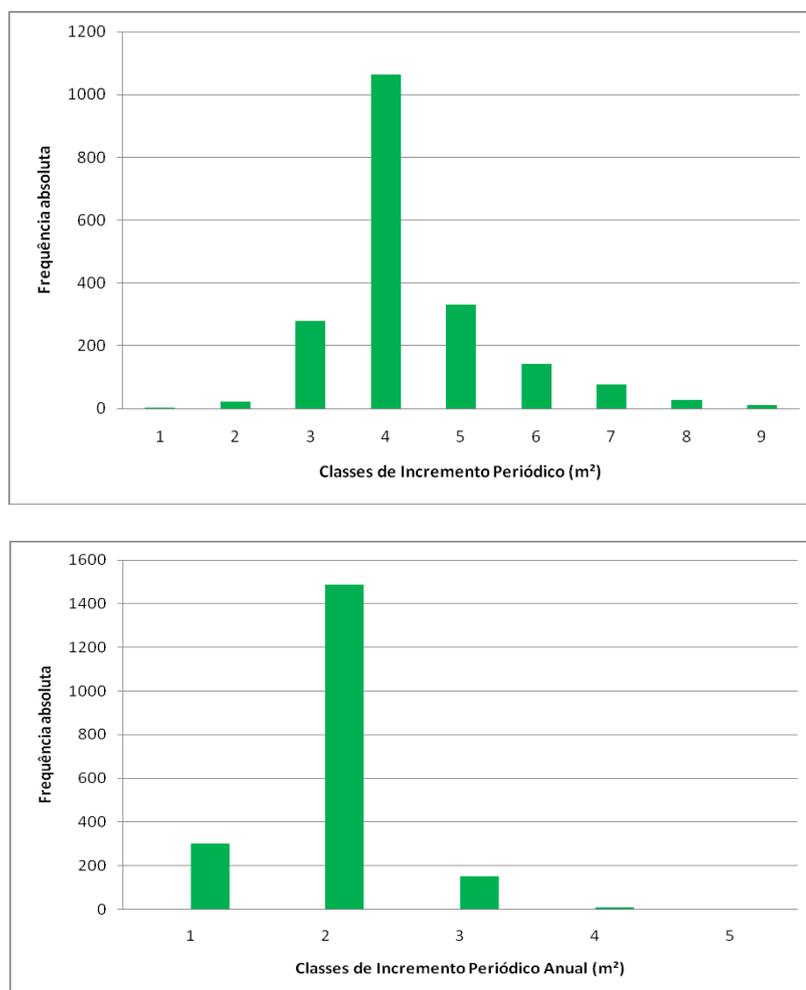


FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (1984-2010) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA DE COPA (M²) DAS ÁRVORES REMANESCENTES

Fonte: O autor (2011)

TABELA 42 – DISTRIBUIÇÃO DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E DO INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) DAS ÁREAS DE COPA (M²)

	Classes de IP	IP		Classes de IMA	IMA
1	(-)150 † (-)100	1	1	(-)5 † 0	300
2	(-)100 † (-)50	21	2	0 † 5	1489
3	(-)50 † 0	278	3	5 † 10	150
4	0 † 50	1065	4	10 † 15	8
5	50 † 100	332	5	15 † 20	1
6	100 † 150	141			
7	150 † 200	77			
8	200 † 250	28			
9	>250	11			

Fonte: O autor (2011)

Destaca-se que 159 árvores remanescentes (8,17%) apresentaram incremento médio anual em área de copa superior a 5,0m²/ano e que 257 árvores (13,15%) apresentam incremento periódico superior a 100,0m².

A estatística descritiva obtida da análise dos incrementos das principais espécies remanescentes está apresentada na Tabela 43. Percebe-se que os maiores valores medianos de IPA de área de copa foram apresentados por *A. colubrina* (5,73 m²/ano) seguido de *T. tipu* (3,87 m²/ano) e *P. rigida* (3,06 m²/ano). Já o menor valor foi observado para *L. lucidum* (0,20 m²/ano).

TABELA 43 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO INCREMENTO PERIÓDICO (IP) E INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL (IPA) EM ÁREA DE COPA (M²) PARA AS ESPÉCIES REMANESCENTES COM MAIS DE 30 INDIVÍDUOS

ESPÉCIE		MÉDIA	MEDIANA	DESVIO	CV(%)	MIN	MAX
<i>Acer negundo</i>	IP	29,68	29,22	28,27	95,25	-44,20	129,70
	IPA	1,14	1,12	1,09	95,25	-1,70	4,99
<i>Anadenanthera colubrina</i>	IP	140,89	148,89	71,64	50,85	9,51	276,47
	IPA	5,42	5,73	2,76	50,85	0,37	10,63
<i>Cassia leptophylla</i>	IP	51,94	51,23	28,17	54,23	-25,52	146,44
	IPA	2,00	1,97	1,08	54,23	-0,98	5,63
<i>Handroanthus albus</i>	IP	31,48	25,51	23,19	73,65	-0,95	109,89
	IPA	1,21	0,98	0,89	73,65	-0,04	4,23
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	IP	17,12	15,56	9,72	56,73	-5,65	99,28
	IPA	0,66	0,60	0,37	56,73	-0,22	3,82
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	IP	77,86	73,89	55,59	71,40	-51,98	187,84
	IPA	2,99	2,84	2,14	71,40	-2,00	7,22
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	IP	70,72	62,38	44,70	63,20	9,17	179,64
	IPA	2,72	2,40	1,72	63,20	0,35	6,91
<i>Lagerstroemia indica</i>	IP	8,33	7,66	12,99	156,01	-26,26	60,73
	IPA	0,32	0,29	0,50	156,01	-1,01	2,34
<i>Ligustrum lucidum</i>	IP	7,30	5,25	33,42	458,08	-113,10	118,66
	IPA	0,28	0,20	1,29	458,08	-4,35	4,56
<i>Melia azedarach</i>	IP	15,07	10,99	30,98	205,67	-63,86	91,61
	IPA	0,58	0,42	1,19	205,67	-2,46	3,52
<i>Parapiptadenia rigida</i>	IP	81,54	79,67	58,12	71,28	-95,03	243,13
	IPA	3,14	3,06	2,24	71,28	-3,66	9,35
<i>Tipuana tipu</i>	IP	105,57	100,52	66,99	63,45	-63,62	400,01
	IPA	4,06	3,87	2,58	63,45	-2,45	15,38

Fonte: O autor (2011)

Os maiores índices de IP e IPA apresentados estão relacionados às características morfológicas das espécies que tendem a ser de grande porte, com áreas de copa ocupando grandes extensões em indivíduos adultos.

O menor valor de IP e IPA apresentado por *L. lucidum*, comparativamente menor que os valores constatados para *L. indica* (espécie de pequeno porte), se deve à maior frequência de intervenções por poda de rebaixamento ou drástica, fato este relacionado ao maior valor observado para o coeficiente de variação.

Quando se analisa os valores máximos de IP e IPA constata-se que *T. tipu* apresentou o maior potencial em crescimento da área de copa (15,38 m²/ano ou 400m² para o período). Estes valores são muito expressivos quando comparados aqueles das demais espécies, principalmente porque a maioria delas apresentaram valores máximos de IPA próximos a 5 m²/ano.

Os altos coeficientes de variação observados para *L. lucidum* seguido de *L. indica* e *M. azedarach* podem estar relacionados essencialmente à poda drástica, mas também ao pequeno desenvolvimento das copas em reposta ao estresse ambiental do meio urbano.

Os menores coeficientes de variação apresentados por *H. chrysotrichus* podem ser devido à arquitetura de copa da espécie que pouco expande lateralmente e pouco favorece intervenções por poda drástica ou de rebaixamento, apesar de ter sido observada tais tipos de poda nesta espécie.

A dinâmica da área de copa analisada para cada classe e para o total da arborização de ruas está representada na Tabela 44. Observa-se que 63,97% das árvores permaneceram dentro das mesmas classes de área de copa, com maior proporção para a classe 0 + 50 m². Esta maior frequência se deve a espécies como *L. indica*, *L. lucidum*, *H. chrysotrichus*, *H. albus*, *S. romanzoffiana* e outras que ou possuem a característica de copa com pequena dimensão ou sofrem maior intensidade de podas que as impedem de projetar em maior extensão suas copas.

A maior frequência absoluta de remoção de árvores com recrutamento nas classes superiores foi observada na classe 0 + 50 m². Isto parece óbvio já que esta classe apresentava maior frequência de árvores em 1984.

Já a maior frequência de ingresso de árvores foi observada para a classe 50 + 100 m², porém sendo também expressivo o recrutamento de árvores na classe 100 + 150 m². As árvores integrantes destas duas classes possuem raio médio de copa entre 5,0 – 6,0 m o que possibilita bom recobrimento da rua, quase atingindo a faixa central em ruas mais estreitas.

TABELA 44 – DINÂMICA PARA O TOTAL DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS E PARA CADA PARCELA AMOSTRADA

Classes de copa	T84	T10	ARE	Pi (%)	TRem	Pi (%)	Ting	Pf (%)	SLiq
0 + 50	1638	1152	1107	67,58	531	32,42	45	3,91	-486
50 + 100	269	382	127	47,21	142	52,79	255	66,75	113
100 + 150	20	183	11	55,00	9	45,00	172	93,99	163
150 + 200	12	121	3	25,00	9	75,00	118	97,52	109
200 + 250	6	66	2	33,33	4	66,67	64	96,97	60
250 + 300	8	28	0	0,00	8	100,00	28	100,00	20
300 + 350	1	13	0	0,00	1	100,00	13	100,00	12
350 + 400	0	6	0	0,00	0	0,00	6	100,00	6
400 + 450	0	2	0	0,00	0	0,00	2	100,00	2
450 + 500	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
500 + 550	0	1	0	0,00	0	0,00	1	100,00	1
Total	1954	1954	1250	63,97	704	36,03	704	36,03	0

Legenda: T84 (total de árvores amostradas em 1984), T10 (total de árvores amostradas em 2010), ARE (total de árvores remanescentes), TREM (total de árvores removidas); TING (total de árvores ingressantes), SLIQ (saldo líquido), PI (proporção em relação ao número inicial), PF (proporção em relação ao número final)

Fonte: O autor (2011)

O saldo líquido foi positivo e com maior frequência absoluta para a classe 100 + 150 m² seguido em menor frequência para as demais classes, exceto 0 + 50 m² onde o saldo líquido foi negativo. O aumento dos valores de saldo líquido para classes superiores a 100 + 150 m² demonstra a tendência das árvores remanescentes, por meio da expansão das áreas de copa, em contribuir e potencializar os benefícios proporcionados pela arborização de ruas, por formarem um manto de cobertura e sombreamento. Entretanto, maiores áreas de copa podem gerar maiores riscos potenciais de danos e acidentes por queda de galhos de grande porte ou de árvores inteiras. Então, é salutar contrabalançar os benefícios requeridos e possíveis com os custos e problemas advindos com as opções de plantios feitas.

A Tabela 45 traz informações sobre a dinâmica da área de copa em cada parcela e para o total.

O saldo líquido total do incremento de área de copa, para as 15 parcelas reamostradas, foi igual a 100.980,25 m² no período de 26 anos, ou seja, um incremento líquido anual de 3.883,86 m² equivalente a 10,36 m²/ha.ano de área verde agregada pela arborização de ruas avaliada.

Quando se pensa em termos de contribuição em crescimento do diâmetro médio de copa de cada árvore, este quantitativo se mostra expressivo, ainda mais se ponderadas as intervenções por poda necessárias e efetuadas nas árvores.

As parcelas que mais contribuíram com saldo líquido positivo foram Bacacheri 01, Cristo Rei e Jardim Social, com respectivamente 15.956,84m²,

15.128,60m² e 14.545,65m², sendo que juntas responderam por 45,18% do incremento verificado para o período. Isto pode estar associado ao porte das árvores plantadas e às poucas interferências sobre as mesmas.

TABELA 45 – DINÂMICA DE CADA PARCELA E DO TOTAL AMOSTRADO EM RELAÇÃO À ÁREA DE COPA (M²)

PARCELA	ACPRE	P%	ACPREM	P%	ACPING	P%	SLIQ	P%
Água Verde	7557,94	9,41	3513,86	9,58	2578,25	4,50	6622,33	6,56
Alto da XV	2202,09	2,74	5842,76	15,94	3008,34	5,25	-632,33	-0,63
Bacacheri 01	14404,99	17,93	2933,38	8,00	4485,23	7,83	15956,84	15,80
Bacacheri 02	6873,21	8,56	679,78	1,85	3181,62	5,55	9375,05	9,28
Bacacheri 03	3267,11	4,07	347,26	0,95	4713,03	8,22	7632,88	7,56
Bigorrião	7140,54	8,89	4128,91	11,26	5865,63	10,24	8877,26	8,79
Boqueirão	152,5	0,19	93,5	0,26	5240,75	9,15	5299,75	5,25
Centro	786,1	0,98	786,95	2,15	2033,55	3,55	2032,7	2,01
Cristo Rei	10914,08	13,59	673,23	1,84	4887,75	8,53	15128,6	14,98
Jardim Social	9422,79	11,73	2488,94	6,79	7611,8	13,28	14545,65	14,40
Mercês	3743,18	4,66	6657,57	18,16	2704,74	4,72	-209,65	-0,21
Portão	7196,25	8,96	2839,72	7,75	1449,97	2,53	5806,5	5,75
Rebouças 01	133,63	0,17	1076,87	2,94	3070,09	5,36	2126,85	2,11
Rebouças 02	3908,79	4,87	3592,59	9,80	3183,58	5,56	3499,78	3,47
Seminário	2632,93	3,28	1005,51	2,74	3290,62	5,74	4918,04	4,87
Total	80336,13	100,00	36660,83	100,00	57304,95	100,00	100980,25	100,00

Legenda: ACPRE (área total de copa das árvores remanescentes); ACPREM (área total de copa das árvores removidas); ACPING (área total de copa das árvores ingressantes/plantadas na amostra); SLIQ (saldo líquido)

Fonte: O autor (2011)

Por outro lado, os saldos líquidos negativos constatados para as parcelas Alto da XV e Mercês indicam a depreciação do valor do incremento líquido total e são derivados principalmente das altas proporções de árvores removidas.

Apesar de apresentar a segunda maior proporção de ingresso de área de copas, a parcela Bigorrião teve saldo líquido pouco acima da média em função da alta proporção de árvores removidas.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a arborização de ruas de Curitiba encontra-se na fase madura ou de amadurecimento. Esta situação exige com urgência um Plano de Manejo adequado a esta característica, contendo práticas modernas e sustentáveis para a conservação e compatibilização das árvores com as mudanças estruturais da cidade.

As mudanças ocorridas nos fatores estruturais da arborização de ruas contribuíram para os primeiros indícios de sua sustentabilidade, bem como para uma visão sustentável do órgão público e da população em relação à vegetação arbórea no meio urbano, requisito básico para a aplicação da Agenda 21.

A melhoria na diversidade de espécies presentes indicou maior harmonia na mistura e uniformidade de espécies, porém mais associada a plantios irregulares do que a esforços da municipalidade em diversificar a composição da arborização. Entretanto, há vestígios sutis de novos plantios experimentais com espécies nativas não tradicionais.

A análise das espécies padrões de rua permitiu conhecer tendências de plantio adotados pela prefeitura municipal, tendo havido o incremento no plantio de espécies nativas de Curitiba, tais como: *Lafoensia pacari* (dedaleiro), *Libidibia ferrea* (pau-ferro), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá).

A adequada proporção de táxons associada à redução da quantidade de árvores das duas espécies mais freqüentes (*L. indica* e *L. lucidum*) demonstrou um melhor controle das proporções, pois houve aumento na freqüência de outras espécies. Isso pode ser devido em parte os plantios irregulares e em parte ao planejamento da arborização de ruas.

Houve aumento na expressividade da cobertura arbórea proporcionada pela área das copas, em virtude do aumento na proporção e densidade associada a um bom valor anual de incremento em área de copa.

Para a amplitude de tempo entre as avaliações considerou-se pequena a proporção de árvores remanescentes, sendo reflexo de mudanças estruturais da cidade, do manejo inadequado ou ineficiente (podas, cortes e substituições) e da falta de conscientização da população.

A simetria na distribuição dos dados em classes de DAP, tanto do total amostrado quanto de cada espécie analisada, caracteriza um povoamento multiânneo com possibilidade para remoções e reposições contínuas de árvores, demonstrando sustentabilidade da arborização de ruas e evitando maiores impactos visuais.

Houve maior simetria na distribuição em classes de altura e de área de copa favorecendo os benefícios advindos com um melhor sombreamento das calçadas e ruas. Entretanto, tais benefícios têm sido afetados por práticas de poda que desfiguram a arquitetura típica das espécies e, por conseguinte, de sua real expressão da forma e contorno.

Os incrementos diamétricos mostraram-se bastante variáveis, influenciados pelas condições de estresse ambiental do meio urbano, além da expressão fenotípica das espécies utilizadas na composição da arborização de ruas. Neste caso, faltam estudos mais detalhados para melhor compreensão dos fatores que afetam o incremento, tanto negativamente quanto positivamente.

Os incrementos em altura e em área de copa mostraram-se muito dependentes do tipo, da qualidade e da intensidade das podas efetuadas sobre as árvores, favorecendo incrementos negativos ou muito ínfimos. Porém, foi possível constatar incrementos elevados para espécies que em geral são classificadas como de grande porte.

O aumento na frequência de árvores presentes nas maiores classes de DAP, da altura e de área de copa indicaram o crescimento e o amadurecimento da arborização de ruas.

Em contradição aos indícios de sustentabilidade foram observados alguns fatores de depreciação da qualidade geral da arborização de ruas da cidade durante o período de 1984 - 2010:

- a) Baixa introdução de novas espécies nativas: pela observação de apenas uma espécie em 2010 proveniente de novo plantio experimental, sendo que as demais espécies nativas já faziam parte das opções de plantio em 1984;
- b) Introdução de espécies exóticas: provenientes de plantios irregulares, gerando incompatibilidade com estruturas urbanas (gêneros *Cupressus* e *Eucalyptus*);
- c) Manutenção de árvores em condições ruins: associadas a defeitos estruturais e/ou pragas e doenças, gerando situações de risco;

- d) Índícios sucintos de declínio da condição das árvores: por recrutamento de árvores em classes de condição ruim;
- e) Alterações nas características de distribuição em classes de altura e de área de copa: pelas práticas de manutenção através de podas de rebaixamento e podas drásticas, com expressiva quantidade de árvores distribuídas em classes de incremento negativas;
- f) Maior concentração de árvores nas classes de altura 5,0 ± 10,0 m: correspondente à região de maior conflito com as fiações de transmissão de energia elétrica e suas faixas de segurança.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, C. Silvicultura Urbana. **Agroportal**, Lisboa, 08 março 2002. Opinião. Disponível em: <<http://www.agroportal.pt/a/2002/cabrant.es.htm>>. Acesso em: 04/03/2010.
- ALBERS, J.S.; POKORNY, J.D.; JOHNSON, G.R. How to detect and assess hazardous defects in trees. In: POKORNY, J. D. (Coord.). **Urban tree risk management: a community guide to program design and implementation**. St. Paul: USDA, Forest Service, Northeastern Area, State and Private Forestry, 2003. chap. 3, p. 41-116. (Technical Paper, NA-TP-03-03).
- ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de duas cidades da região norte do Estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 05, p. 899-906. 2010.
- ALVAREZ, I. A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação**. 187f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da Estância Turística de Campos do Jordão, SP**. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- BAAL, F. B.; MANTOVANI, N. Arborização urbana no município de Frederico Westphalen - o problema da compatibilidade. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 14., 2010, Bento Gonçalves. **Anais...**, Bento Gonçalves: SBAU, 2010. p. 169-179
- BEATTY, R. A.; HECKMAN, C. T. Survey of urban tree programs in the United States. **Urban Ecology**, Amsterdam, v.5, n. 02, p. 81-102, 1981.
- BIOCIDADE. **Programa de Biodiversidade Urbana**. Disponível em: <<http://www.biocidade.curitiba.pr.gov.br/>>. Acesso em 12/02/2011.
- BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização urbana de Recife-PE**. 167f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

_____. **Caracterização do estado nutricional de *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl utilizadas na arborização urbana de Curitiba-PR.** 146f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

_____. **Curso de arborização urbana.** Curitiba: [s.n.], 2000. 45 p.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo.** Curitiba: FUPEF, 2005.

BIONDI, D.; LEAL, L.; COBALCHINI, J. L. Tratamentos silviculturais em mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. para arborização de ruas. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 03, p. 437 - 444. 2007.

BIONDI, D.; LEAL, L. Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha, Curitiba/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 03, n. 02, p. 20-36. 2008.

BIONDI, D.; PEDROSA-MACEDO, J H. Plantas invasoras encontradas na área urbana de Curitiba (PR). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 01, p. 129 - 144. 2008.

BIONDI, D.; LEAL, L. Comportamento silvicultural de espécies nativas em viveiro de espera para uso potencial em arborização de ruas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 313-319. 2009.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 03, n. 02, p. 78-97. 2008.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D.; BAGGENSTOSS, D. Composição de canteiros na arborização de ruas de Curitiba (PR). **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 04, n. 02, p. 44-61. 2009.

BOBROWSKI, R.; VASHCHENKO, Y.; BIONDI, D. Qualidade Visual da Paisagem do Parque Natural Municipal Tanguá, Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 02, p. 19-39. 2010.

BOHNER, T. O. L.; GRACIOLI, C. R.; WITECK NETO, L.; SOARES, K. P.; CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C. Avaliação da composição florística, porte e estado fitossanitário das árvores urbanas no município de Guatambú - SC. In:

Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 14., 2010, Bento Gonçalves. **Anais...**, Bento Gonçalves: SBAU, 2010.

BORBA, M. S.; FALKOSKI, J. R.; SILVA, A. G. Inventário arbóreo quali-quantitativo na área urbana do município Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 14., 2010, Bento Gonçalves. **Anais...**, Bento Gonçalves: SBAU, 2010.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da estância Águas de São Pedro-SP**. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BRACK, C. L. Updating urban forest inventories : An example of the DISMUT model. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v.5, n. 04, p. 189-194, 2006.

BRADLEY, A. G. **Urban Forest Landscapes**: integrating multidisciplinary perspectives. Seattle: University of Washington Press, 1995. p. 03-11.

BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; FREITAG, A. S.; SCHUMACHER, M. V. Comportamento fenológico e efeito da poda em algumas espécies empregadas na arborização do bairro Camobi – Santa Maria, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 02, n. 01, p. 44-63, 2007.

BUSARELLO, O. Planejamento urbano e arborização. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 3., 1990, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: FUPEF, 1990. 54-59p.

CALIXTO JUNIOR; J. T.; SANTANA FILHO; G. M.; LIRA FILHO, J. A. Análise quantitativa da arborização de Lavras da Mangabeira, CE, nordeste do Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 04, n. 03, p.99-109, 2009.

CAMPO GRANDE - PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Diretor da Arborização Urbana de Campo Grande**. Campo Grande, 2010. 158p.

CLARK, J. R.; MATHENY, N. P.; CROSS, G.; WAKE, V. A model of urban forest sustainability. **Journal of Arboriculture**. Champaign, IL, v. 23, n. 01, p.17-30, 1997.

COELBA - COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA. **Guia de arborização urbana**. Salvador: Coelba, 2002.

COLETTO, E. P.; MÜLLER, N. G.; WOLSKI, S. S. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Sete de Setembro-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 03, n. 02, p.110-122, 2008.

COLTRO, E. M.; MIRANDA, G. M. Levantamento da arborização urbana pública de Iрати – PR e sua influência na qualidade de vida de seus habitantes. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, v. 02, n. 01, p. 27-48, 2007. Disponível em: <http://web03.unicentro.br/especializacao/Revista_Pos/P%C3%A1ginas/2%20Edi%C3%A7%C3%A3o/Engenharia/PDF/8-Ed2_EN-LevArbo.pdf>. Acesso em 13/02/2011.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Arborização de Vias Públicas**: Guia para os Municípios. Curitiba, s/d.

COUTO, H. T. Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2., 1994, São Luiz. **Anais...**, São Luiz: SBAU, 1994. p. 169-179.

COUTO, C. S. **Inventário e diagnóstico da arborização urbana do bairro de Benfica, município do Rio de Janeiro, RJ**. 54f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

CPFL. **Arborização Urbana Viária**: Aspectos de planejamento, implantação e manejo. Campinas: CPFL Energia, 2008. Disponível em: http://www.cpfl.com.br/Portals/0/pdf/Guia_Meio_Ambiente.pdf. Acesso em: 03/03/2010.

CURITIBA – PREFEITURA MUNICIPAL. **Perfil de Curitiba**. Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>. Acesso em: 12/01/2011.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande – PB: inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 04, n. 02, s/p, 2004.

DAWSON, J. O.; KHAWAJA, M. A. Changes in a street-tree composition of two Urbana, Illinois neighborhoods after fifty years: 1932-1982. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 11, n. 11, p.344-348, 1985.

DIXON, K. K.; WOLF, K. L. Benefits and Risks of Urban Roadside Landscape: finding a livable, balanced response. In: URBAN STREET SYMPOSIUM, 3., 2007, Seattle. **Proceedings...**, Seattle: University of Washington, 2007, p. 01-17. Disponível em: <http://www.cfr.washington.edu/research.envmind/Roadside/TRB_UrbnStsTrees.pdf>. Acesso em: 21/08/2009.

DWYER, J. F. The significance of trees and their management in built environments. In: WATSON, G. W.; NEELY, D. (Ed.). **Trees and Building sites**: Proceedings of an International Workshop on Trees and Buildings. Savoy, IL : ISA, 1995. p.3-11.

DWYER, J. F.; NOWAK, D. J.; WATSON, G. W. Future directions for urban forestry research in the United States. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 28, n. 05, 231-236p., 2002.

ESCOBEDO, F.; ANDREU, M. **A community guide to Urban Forest Inventories**. Florida: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), 2008. 4p. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FR/FR23200.pdf>>. Acesso em: 21/06/2009.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 04, p.763-776, 2010.

FISCHER, B. C.; STEINHOFF, M.; MINCEY, S.; DYE, L. **The 2007 Bloomington Street Tree Report**: an analysis of demographics and ecosystem services. Bloomington, IN. 2007. Disponível em: <<http://bloomington.in.gov/media/media/application/pdf/2337.pdf>>. Acesso em: 15/03/2011.

FOMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. Dinâmica estrutural arbóreo de uma floresta ombrófila mista em Campo Belo do Sul, SC. **Revista Cerne**, Lavras, v. 10, n. 02, p.196-212, 2004.

GALVIN, M. F. A methodology for assessing and managing biodiversity in street tree populations: a case study. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 25, n. 03, p.124-128, 1999.

GOIÂNIA - PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano diretor de arborização urbana de Goiânia**. Goiânia: AMMA, s/d. Disponível em:<http://www.goiania.go.gov.br/download/amma/relatorio_Plano_Diretor.pdf>. Acesso em: 27/10/2009.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W.; JACOVINE, L. A. G. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 04, p. 479-489, 2004.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Silvicultura urbana**: implantação e manejo. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006.

GONÇALVES, W.; STRINGHETA, A. C. O.; COELHO, L. L. Análise de árvores urbanas para fins de supressão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 02, n. 04, p. 01-19, 2007.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2.ed. New York: J. Wiley, 1986. 199p.

GILMAN, E. F. Deflecting roots near sidewalks. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 32, n. 01. p. 18-23, 2006.

HARTEL, D. R.; MILLER, K. P. **Street tree inventory**: including the Bay Street & Hermitage Road Design Areas – City of Beaufort, SC. Comer, GA. 2002. Disponível em:

<http://www.cityofbeaufort.org/client_resources/pdf/planning/resources/2002_Street_Tree_Inventory_Report/BeaufortTreeInventory.pdf>. Acesso em 04/03/2011.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual Montana, em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 417-426, 2008.

HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology**, Amsterdam, v. 29, n. 01, p.151-154, 1970.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest Mensuration**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1972. 402p.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Curitiba em dados**. Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba_em_dados_Pesquisa.asp?ampliar=não>. Acesso em: 23/01/2011

ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Mapa de Solos: Solos – Estado do Paraná.** Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>. Acesso em: 12/01/2011.

JUTRAS, P.; PRASHER, S. D.; MEHUYS, G. R. Prediction of street tree morphological parameters using artificial neural networks. **Computer and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 67, n. 1-2, p.9-17, 2009.

KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B.; LONGHI, S. J. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestalis**, Viçosa, v. 38, n. 88, p. 567-577, 2010.

KARLOVICH, D. A.; GRONINGER, J. W.; CLOSE, D. D. Tree condition associated with topping in southern Illinois communities: 1932-1982. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 26, n. 02, p.87-91, 2000.

KONIJNENDIJK, C. C.; RICARD, R. M.; KENNEY, A.; RANDRUP, T. B. Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v. 04, n. 03-04, p. 93-103, 2006.

KOPINGA, J. The effects of restricted volumes of soil on the growth and development of street trees. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 17, n. 3, p. 57-93. 1991.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

LEAL, L. **Custos das árvores de rua – estudo de caso: cidade de Curitiba/PR.** 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, v. 01, 3ª ed., 352p. 2000.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa: Plantarum, 368p. 2003.

MACHADO, S. A.; BARTOSZECK, A. C. P. S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracatingais na região metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 05, p.759-768. 2006.

MACHADO, S. A.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; NASCIMENTO, R, G. M.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R.; MIGUEL, E. P.; TÉO, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um povoamento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 02, p.103-110. 2009.

MACO, S. E.; MCPHERSON, E. G. Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree populations. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 28, n. 03, p.270-276. 2002.

MACO, S. E.; MCPHERSON, E. G. A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 29, n. 02, p.84-97. 2003.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e Florestas Urbanas: terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. **Floresta e Ambiente**, Série Técnica, p. 23-26, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/st/pdf/arboriza.pdf>>. Acesso em 01/03/2010.

MCPHERSON, E. G.; ROWNTREE, R. A. Using structural measures to compare twenty-two U.S. street tree populations. **Landscape Journal**, Minneapolis, MN, v.08, n. 01, p.13-23. 1989.

MCPHERSON, E. G. Structure and sustainability of Sacramento's Urban Forest. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 24, n. 04, p.174-190. 1998.

MCPHERSON, E. G.; MUCHNICK, J. Effects of street tree shade on asphalt concrete pavement performance. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 31, n. 06, p.303-310. 2005.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventários da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP**. 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MEERMAN, J. **Rapid Ecological Assessment: Columbia River Forest Reserve Past Hurricane Iris**. Belize. 53p. Disponível em: <

diversity.info/Downloads/CRFR_REA_report.pdf>. Acesso em: 24/01/2011. Relatório de avaliação ecológica.

MEUNIER, I. M. J.; SILVA, H. C. G. Horto D'el Rey de Olinda, Pernambuco: história, estado atual e potencialidades da cobertura vegetal de uma área verde urbana (quase) esquecida. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 04, n. 02, p. 62-81, 2009.

MICHI, S. M. P.; COUTO, H. T. Z. Estudo de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de Piracicaba – SP. In: **Curso de Treinamento sobre poda em espécies arbóreas florestais e de arborização urbana**, 1., Piracicaba, 1996. Piracicaba: IPEF/ ESALQ-USP, 1996. p 11-17.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR**. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

MILANO, M. S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 2., 1987, Maringá. **Anais...**, Maringá: PMM, 1987. 01-08p.

MILANO, M. S. **Avaliação Quali-Quantitativa e manejo da Arborização Urbana: Exemplo de Maringá – PR**. 120f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1988.

MILANO, M. S.; SOARES, R. V. Aplicação de técnicas de amostragem aleatória para avaliação de ruas de Maringá-PR. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 3., 1990, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: SBAU, 1990. p. 244-251.

MILANO, M. S. **Curso sobre Arborização Urbana**. Curitiba: FUPEF, 1991. 75p.

MILANO, M. S.; NUNES, M. L.; SANTOS, L. A.; SARNOWSKI FILHO, D.; ROBAYO, J. A. M. Aspectos quali-quantitativos da arborização de ruas de Curitiba. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1., 1992, Vitória. **Anais...**, Vitória: SBAU, 1992. 199-210p.

MILANO, M. S. Métodos de amostragem para avaliação da arborização de ruas. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2., 1994, São Luiz. **Anais...**, São Luiz: SBAU, 1994. p. 163-168.

_____. Arborização Urbana no Brasil: mitos e realidades. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 3., 1996, Salvador. **Anais...**, Salvador: SBAU, 1996. p.1-6.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2011. **Tropicos**. Disponível em: <http://www.tropicos.org/><. Acesso em 03/01/2011.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 04, p. 555-564, 2005.

MUSEU BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: 2010. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>. Acesso em 03/01/2011.

NOWAK, D. J.; MCBRIDE, J. R.; BEATTY, R. A. Newly planted street tree growth and mortality. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 16, n. 05, p.124-129. 1990.

_____. (a) Height-diameter relations of maple street trees. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 16, n. 09, p.231-235, 1990.

_____. (b) Street tree pruning and removal needs. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 16, n. 12, p.309-315, 1990.

NOWAK, D. J.; NOBLE, M. H.; SISINNI, S. M.; DWYER, J. F. People and trees: assessing the US Urban Forest Resource. **Journal of Forestry**, New York, v. 99, n. 03, p.37-42, 2001.

NOWAK, D. J., KURODA, M.; CRANE, D. E. Tree mortality rates and tree population projections in Baltimore, Maryland, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v. 2, p. 139-147, 2004.

NOWAK, D. J.; WALTON, J. T.; STEVENS, J. C.; CRANE, D. E.; HOEHN, R. E. Effect of plot and sample size on timing and precision of Urban Forest Assessments. **Arboriculture & Urban Forestry**, Champaign, IL, v. 34, n. 06, p.386-390, 2008.

NUNES, G. R. Urbanização, Vegetação e Geografia Urbana. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 1., 1985, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: SMMA, 1985. 197-198p.

NUNES, M. L.; AUER, A. M. Análise qualitativa de cinco espécies da arborização de ruas de Curitiba. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 3., 1990, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: FUPEF, 1990. 277-286p.

NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1., 1992, Vitória. **Anais...**, Vitória: SBAU, 1992. 133-135p.

NUNES, M. L. **Avaliação das necessidades de manejo e compatibilidade entre a arborização de ruas e redes de energia em Apucarana e Cascavel - Paraná.** 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

O'BRIEN, P. R.; JOEHLIN, K. A.; O'BRIEN, D. J. Performance standards for municipal tree maintenance. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 18, n. 06, p.307-315. 1990.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; NEVES, J. C. L. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de Cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 04, p.755-762, 2010.

PAIVA, L. V.; ARAÚJO, G. M.; PEDRONI, F. Structure and dynamics of a woody plant community of a tropical semi-deciduous seasonal forest in “Estação Ecológica do Panga”, municipality of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 03, p.365-373. 2007

PEDREIRA, L. O. L.; QUEIROZ, D.; NEVES, L. G. Avaliação da dinâmica da arborização urbana no período 1992/2002, em Laranjeiras, Rio de Janeiro/RJ: parâmetros dendrométricos. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 6., 2002, Goiania. **Anais...**, Goiania: SBAU, 2002.

PÉLLICO NETO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba, 1997. 316 p.

PINHEIRO, R.; FRANCHIN, E.; RIBEIRO, R. S.; WOLFF, W; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Arborização urbana na cidade de São José do Cerrito, SC: diagnóstico

e proposta para áreas de maior trânsito. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 04, n. 04, p.63-78, 2009.

PIRES, N. A. M. T.; MELO, M. S.; OLIVEIRA, D. A.; XAVIER-SANTOS, S. A arborização urbana do município de Goiandira/GO – caracterização qualitativa e proposta de manejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 03, p.185-205, 2010.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. **Arborização Urbana**. Boletim Acadêmico, Série Arborização Urbana. Jaboticabal: Unesp, 2002.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma floresta ombrófila mista em São João do Triunfo-PR: 1995 a 1998**. 172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

PORTLAND PARKS & RECREATION. **Street Tree Inventory Report: Concordia Neighborhood**. Portland, OR. Disponível em: <<http://www.portlandonline.com/parks/index.cfm?a=336601&c=53181>>. Acesso em: 25/03/2011.

RABER, A. P.; REBELATO, G. S. Arborização viária no município de Colorado, RS – Brasil: análise qualitativa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 01, p.193-199, 2010.

RACHID, C.; COUTO, H. T. Z. Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos-SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 59-68, 1999.

RANDRUP, T. B.; KONIJNENDIJK, C.; DOBBERTIN, M. K.; PRÜLLER, R. The concept of Urban Forestry in Europe. In: KONIJNENDIJK, C.; NILSSON, K.; RANDRUP, T. B.; SCHIPPERIJN, J. **Urban Forest and Trees**, Amsterdam: Elsevier, 2005. p. 09-22.

REAL, R.; VARGAS, J. M. The Probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity. **Systematic Biology**, Oxford, v. 45, n. 03, p. 380-385, 1996.

REAL, R. Tables of significant values of Jaccard's index of similarity. **Miscellanea Zoológica**, Barcelona, v. 22, n. 01, p. 29-40, 1999.

RGE - RIO GRANDE ENERGIA. **Manual de arborização e poda**. 2000, 39p.

RICHARDS, N. A. Modeling survival and consequent replacement in a street tree population. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 05, n. 11, p.251-255, 1979.

_____. Diversity and stability in a street tree population. **Urban Ecology**, Amsterdam, v. 07, n. 02, p.159-171. 1983.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 28, n. 04, p. 599-607. 2004.

RODE, R. **Avaliação florística e estrutural de uma floresta ombrófila mista e de uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos**. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

RODE, R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; MACHADO, S. A. Comparação florística entre uma floresta ombrófila mista e uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 15, n.01, p. 101-115, 2009.

ROSSATTO, D. R.; TSUBOY, M. S. F.; FREI, F. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.3, p. 1-16, 2008.

ROTTA, E.; TAVARES, F. R.; SOUZA-LANG, V. A. **Produção de mudas por estaquia de *Lagerstroemia indica***. Colombo: Embrapa Florestas, 1996. 2p. Comunicado Técnico, n. 11. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec11.pdf>. Acesso em: 18/04/2011.

ROWNTREE, R. A.; NOWAK, D. J. Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 17, n. 10, p.269-275, 1991.

SAMPAIO, A. C. F.; DE ANGELIS, B. L. D. Inventário e análise da arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 03, n. 01, p.37-57, 2008.

SANTAMOUR JÚNIOR, F. S. Trees for urban planting: diversity, uniformity, and common sense. In: Metria Conference, 7., 1990, Lisle. **Proceedings...**, Lisle: METRIA, 1990. p.57-66.

SÃO PAULO - PREFEITURA MUNICIPAL. **Manual Técnico da Arborização Urbana**. 2ª ed. São Paulo, 2005.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Paraná**. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C. R.; LONGHI, S. J. Modificações florístico-estruturais de um remanescente de floresta ombrófila mista montana no período entre 1979 e 2000. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 03, p. 271-291, 2006.

SEITZ, R. A. **A Poda de Árvores**. Piracicaba: IPEF, 1996. 27p.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Amsterdam, v. 84, n. 01, p.91-100, 1996.

SILVA, A. G. **Inventário da arborização urbana viária: métodos de amostragem, tamanho e forma de parcelas**. 110f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.

SILVA, L. M.; MOCCELLIN, R.; WEISSHEIMER, D. I.; ZBORALSKI, A. R.; FONSECA, L.; RODIGUIERO, D. A. Inventário e sugestões para arborização de via pública de Pato Branco/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 02, n. 01, p.101-108, 2007.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. V. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 05, p.629-642, 2002.

SILVA FILHO, D. F. **Silvicultura Urbana - O Desenho Florestal da Cidade**. IPEF, 2003. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/urbana.asp>>. Acesso em 03/03/2010.

SILVA FILHO, D. F.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo da arborização viária de Águas de São Pedro-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 06, p.973-982, 2005.

SMILEY, E. T.; BAKER, F. A. Options in street tree inventories. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 14, n. 02, p.36-42, 1988.

SMMA - SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. **Plano Municipal de Controle Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**. Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/multimidia/00085324.pdf>>. Acesso em 14/03/2011.

STEPKA, T. F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista por meio de matriz de transição e razão de movimentação**. 152f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati. 2008.

STRANGHETI, V.; SILVA, Z. A. V. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Uchoa-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 02, p.124-138, 2010.

SUCOMINE, N. M.; SALES, A. Caracterização e análise do patrimônio arbóreo da malha viária urbana central do município de São Carlos-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 04, p.126-137, 2010.

TOSCAN, M. A. G.; RICKLI, H. C.; BARTINICKI, D.; SANTOS, D. S.; ROSSA, D. Inventário e análise da arborização do bairro Vila Yolanda, do município de Foz do Iguaçu-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 03, p.165-184, 2010.

TUDINI, O. G. **A arborização de acompanhamento viário e a verticalização na Zona 7 de Maringá-PR**. 98f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

URBAN FORESTRY COMMISSION. **City of Reno Approved Street Tree Species List**. Reno, NV, 2011. 8p. Disponível em: www.reno.gov/Modules/ShowDocument.aspx?documentid=28407. Acesso em: 22/03/2011.

VALERIANO, D. D. B. **Dinâmica da Floresta Ombrófila Mista Altomontana, Campos do Jordão, SP**. 198f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P. Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 02, n. 01, p.33-43, 2007.

VOLPE-FILIK, A. **Trincas nas calçadas e espécies muito utilizadas na arborização: comparação entre Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Dc.) e Falsamurta (*Murraya paniculata* (L.) Jacq.)**, no município de Piracicaba, SP. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

WACHTEL TREE SCIENCE & SERVICE. **Urban forest inventory report and strategic management plan for the town of Madison, WI**. Madison, WI, 2007. Disponível em: [http://town.madison.wi.us/publicworks/information/Town of Madison Urban Forest Report.pdf](http://town.madison.wi.us/publicworks/information/Town_of_Madison_Urban_Forest_Report.pdf). Acesso em: 04/03/2011.

WALTON, J. F.; NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J. Assessing Urban Forest Canopy cover using airborne or satellite imagery. **Arboriculture & Urban Forestry**, Champaign, IL, v. 34, n. 06, p.334-340, 2008.

WISEMAN, E. **Street Tree Assessment and Stewardship Report**: Radford, Virginia. Blacksburg, VA: Virginia Tech, 2010. 26p. Disponível em: <[http://www.itreetools.org/resources/reports/Radford Street Tree Assessment and Stewardship Report.pdf](http://www.itreetools.org/resources/reports/Radford_Street_Tree_Assessment_and_Stewardship_Report.pdf)>. Acesso em 15/03/2011

WYMAN, D. Parks, malls, roadsides: public area plantings. In: USDA. **Landscape for living** – The yearbook of agriculture. Washington: USDA, 1972. p.77-86.